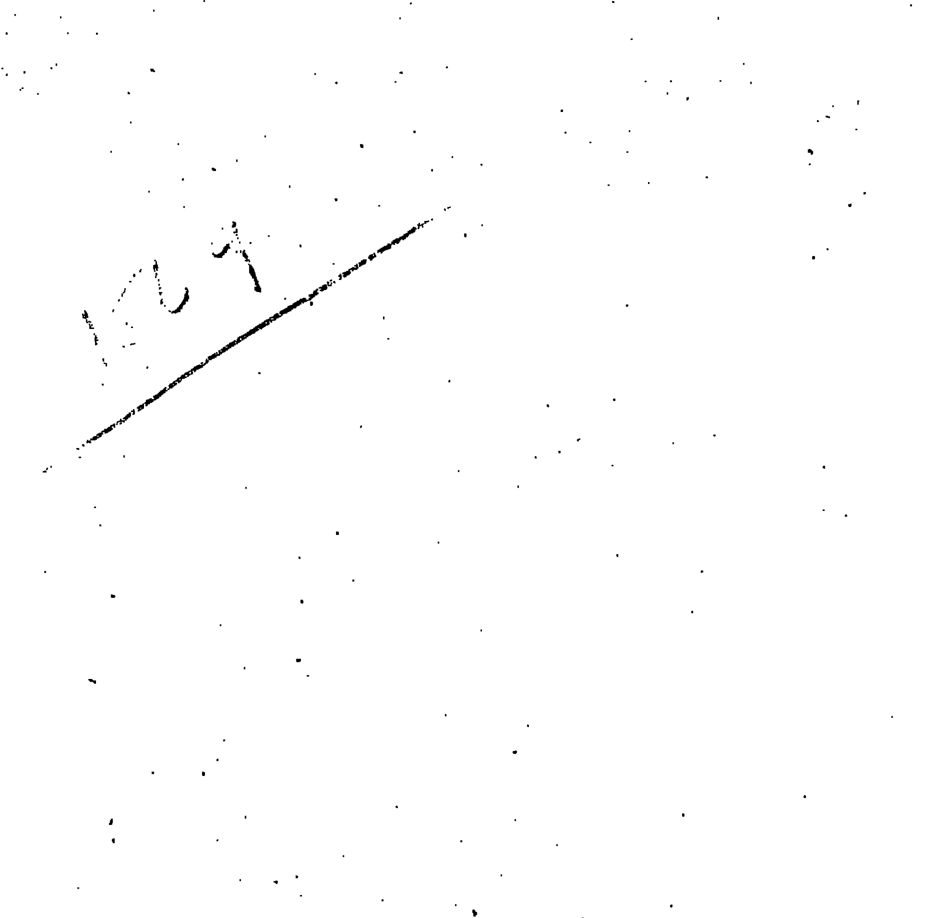


Die

Zucker-Fabrikation

mit

besonderer Berücksichtigung des Betriebes

von

Dr. H. Claassen.



—— Dritte Auflage. ——

1908

SCHALLEHN & WOLLBRÜCK

Magdeburg und Wien.

Vorrede
zur ersten Auflage.

Das vorliegende Buch verfolgt den Zweck, dem Zuckertechniker alles das in das Gedächtnis zurückzurufen, was im Betriebe der Zuckerfabriken hauptsächlich beobachtet und befolgt werden muß; es soll ferner dem Anfänger in der praktischen Zuckerfabrikation ein Leitfaden sein, nach welchem er sich bei dem Studium des Betriebes richten kann.

Die Lehr- und Handbücher der Zuckerfabrikation kann und soll mein Buch nicht ersetzen; es hat vielmehr deren Studium zur Voraussetzung, da ich bei dem Leser die allgemeinen Kenntnisse in der Zuckerchemie und Zuckertechnik als vorhanden annehme. In diesen Lehrbüchern findet sich aber nur unvollständig oder in dem anderen Inhalt zerstreut das, was für den Betrieb am notwendigsten ist, nämlich die theoretischen Grundlagen der Arbeitsweisen und die vielen großen, aber auch kleineren oder zuweilen sogar kleinlichen Erfahrungen, Regeln und Kunstgriffe, welche zum Gelingen des Zweckes der Fabrikation beitragen. Der praktische Zuckertechniker wird in dieser letzteren Richtung allerdings wohl nicht viel neues in meinem Buche finden, aber immerhin wird es ihm angenehm sein, wenn er hier Alles kurz zusammengefaßt vorfindet, was ihm in der langen Pause zwischen zwei Kampagnen teilweise aus dem Gedächtnis entschwunden sein kann.

Ein Werk über den Betrieb kann nur der schreiben, der mitten in der Praxis steht. Man wird es daher nicht als Einseitigkeit ansehen, wenn ich hauptsächlich meine eigenen Erfahrungen hier niedergelegt habe; jedenfalls glaube ich, möglichst objektiv geschildert und geurteilt zu haben, indem ich die Erfahrungen anderer, soweit sie mir im mündlichen Verkehr mitgeteilt wurden und soweit sie in der Literatur zu finden sind, berücksichtigt habe.

Dormagen, im April 1901.

Dr. H. Claassen.

Zur dritten Auflage.

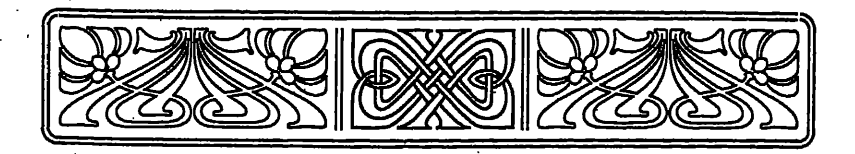
Wie bei der zweiten Auflage, so habe ich das Buch auch bei dieser dritten Auflage durch Zusätze und Änderungen verbessert, ohne sein charakteristisches Gepräge zu beeinträchtigen. Eine weitgehende Umarbeitung haben die Abschnitte über die Saftgewinnung, Schnitzeltrocknung und Kristallisation, sowie der Anhang über die Berechnung der Verdampfstationen erfahren, aber auch in allen anderen Kapiteln habe ich den Stoff vermehrt oder klarer dargestellt.

Um den Umfang des Buches nicht zu vergrößern, wurde ein kleinerer Druck gewählt.

Dormagen, im Januar 1908.

Dr. H. Claassen.

Inhalt.



Einleitung.

Für das Gedeihen einer Rübenzuckerfabrik ist eine richtig angebaute, zuckerreiche Rübe die erste und hauptsächlichste Bedingung. Der Zuckerfabrikant muß daher mit allen Mitteln dahin streben, die Rübenlieferanten zu einer solchen Art des Anbaues zu bewegen, daß neben einem genügenden Erntegewicht ein möglichst hoher Zuckergehalt und reine Säfte erzielt werden. Der sicherste Weg, auf dem man dieses Ziel erreicht, ist der, daß man die Rüben nicht nur nach dem Gewicht, sondern auch nach dem Zuckergehalt bezahlt, jedoch läßt sich diese Art und Weise nicht überall einführen. Man muß sich dann damit begnügen, den Lieferanten einen Samen zur Aussaat zu geben, der nach richtigen Grundsätzen gezüchtet worden ist, und ihnen die Art der Düngung und Bodenbearbeitung vorzuschreiben.

Eine zuckerreiche Rübe, welche reine Säfte liefert, ist nicht nur absolut, sondern auch verhältnismäßig mehr wert, als eine Rübe, die unreinere Säfte gibt, oder als eine zuckerärmere Rübe; denn bei diesen sind die Zuckerverluste bei der Verarbeitung höher und die Betriebskosten auf den Zentner Rüben gerechnet mindestens ebenso groß, auf den Zentner Zucker gerechnet also größer, ganz abgesehen davon, daß die Kosten noch häufig durch die verlangsamte Arbeit wesentlich erhöht werden können.

Der Zuckergehalt und die Reinheit der Rüben und Säfte hängen aber nicht allein von Umständen ab, auf die der Mensch einen Einfluß ausüben kann, sondern auch von der Witterung, dem Klima und der Bodenbeschaffenheit. Wo es das Klima zuläßt, soll man die eigentliche

Ernte der Rüben solange hinausschieben, als es der Eintritt des Frostes erlaubt; denn je länger die Vegetationszeit dauert, desto mehr Zucker sammelt sich in der Rübe an, desto reiner werden die Säfte und desto höher wird das Erntegewicht.

Alle diese Fragen, so wichtig sie auch sind, beschäftigen den Zuckerfabrikanten als solchen weniger, für ihn beginnt die Tätigkeit erst mit der Anlieferung der Rüben.

I.

Die Anfuhr, Abnahme, Lagerung und Einmietung der Rüben.

Die Zeit des **Beginnes der Kampagne** hängt von dem Reifegrad der Rüben, von der Menge der zu verarbeitenden Rüben und von der Leistungsfähigkeit der Fabrik ab. Hat eine Fabrik eine große Rübenmenge zu verarbeiten, sodaß die Kampagne sehr lang wird, so soll sie so früh wie möglich mit der Verarbeitung beginnen, also anfangs oder Mitte September, sobald der Zuckergehalt der Rüben die Verarbeitung irgend lohnt. Um zur Beurteilung dieser Frage stets die nötigen Unterlagen zu haben, ist die Untersuchung vieler Rübenproben von den Äckern von Ende August ab sehr zu empfehlen.

Hat eine Fabrik aber nur eine kleine Rübenernte zu erwarten, so soll sie den Beginn der Kampagne so weit hinausschieben, daß sie bereits in der ersten Woche reife Rüben zu verarbeiten hat und daß während der ganzen Arbeitzeit nur frisch geerntete Rüben verarbeitet werden. Es muß also, kurz gesagt, in jedem Jahre erwogen werden, wie man den größten durchschnittlichen Zuckergehalt der Rüben während der Arbeitzeit erhält; bei zu frühem Anfang schädigt man sich durch unreife, also zuckerarme Rüben, bei zu spätem Anfang dadurch, daß die zu lange eingemieteten Rüben schließlich im Zuckergehalt zu stark zurückgehen.

In südlich gelegenen Ländern, wo der Rübenbau sich seit einiger Zeit eingebürgert hat, kommen für Beginn und Ende der Kampagne andere Umstände in Frage. Die Rüben reifen dort im

Sommer sehr schnell und müssen dann auch sofort und möglichst rasch verarbeitet werden, ehe im Herbst eintretende Regenperioden ein erneutes Wachstum der Rüben und starken Rückgang des Zuckergehaltes hervorrufen. Unter Berücksichtigung dieser und anderer, für diese Klimate eigentümlichen Umstände muß aber auch hier berechnet werden, wie der größte durchschnittliche Zuckergehalt erhalten wird. Dagegen ist in Ländern mit früh und anhaltend auftretenden Frostperioden von solchen Berechnungen abzusehen, da dort der Beginn der Kampagne so festzusetzen ist, daß den Landwirten Zeit genug übrig bleibt, die Rüben rechtzeitig zu ernten.

Eine **geregelte Anlieferung** der Rüben ist für den Betrieb von großem Vorteil, daher schreiben viele Fabriken den Lieferanten genau vor, wieviel sie in jeder Woche, ja an jedem Tage zu liefern haben. Aber nicht alle Fabriken sind in der Lage, einen solchen Zwang auszuüben, der für den rübenbauenden Landwirt häufig auch mit großen Härten und Störungen in seinem Betriebe verbunden ist. Viele Fabriken können daher nur eine gewisse Regelung der Anfuhr durchsetzen, während andere überhaupt keine Lieferungsvorschriften erlassen, sondern die Rübe so annehmen müssen, wie es dem Landwirt beliebt, sie anzuliefern.

Diesen verschiedenartigen Verhältnissen entsprechend, müssen die Einrichtungen für die **Abnahme** und **Lagerung** der Rüben getroffen werden. Bei einer festgeregelten Anfuhr sind keine großen Lagerräume für die Rüben nötig, es genügt, wenn sie einen Vorrat für einige Tage aufnehmen können. Wo die Anlieferung weniger streng geregelt werden kann, müssen die Rübenlager größer sein, wo sie dagegen völlig frei ist, kommt man meistens auch mit ganz kleinen Lagerräumen aus, da während der eigentlichen Rübenernte stets zu viele Rüben angeliefert werden und dieser Überschuß an Rüben doch eingemietet werden muß, gleichgiltig, ob große oder kleine Räume für die direkt zu verarbeitenden Rüben vorhanden sind.

Allzu große Rübenlager sind häufig sogar schädlich, besonders wenn die Rüben über Schwemmrinnen, welche mit warmem Wasser gespeist werden, in größerer Höhe übereinander aufgehäuft werden. Die Rüben liegen dann nicht nur Tage, sondern Wochen lang, erwärmen sich durch die aus dem warmem Wasser aufsteigenden Dünste und verändern sich infolgedessen so, daß sie sich nur schwer verarbeiten lassen, dunkle Säfte geben und auch stark im Zuckergehalt zurückgehen.

Die Lagerräume für die Rüben sind entweder über der Erde angelegt oder in der Erde liegende, sogenannte Rübenkeller, sie sind entweder mit Dach versehen oder unbedeckt.

Die Rübenkeller sind zweifellos die zweckmäßigsten Lagerräume, da bei ihnen das Abladen und Hineinbringen der Rüben in die Schwemmrinnen mit sehr geringem Aufwand von Zeit und Arbeitskräften geschehen kann. Ob die Lager mit Dach versehen werden oder nicht, ist für die Erhaltung der Rüben gleichgiltig, wenn sie, wie gewöhnlich, nur kurze Zeit lagern; daher werden Dächer auch nur dort aufgebaut, wo man die Arbeiter oder das Zugvieh vor den Einflüssen der Witterung schützen will. Für die mit der Bahn angelieferten Rüben sollen die Seitenwände der Lagerräume nicht höher sein als die Bodenfläche der Eisenbahnwagen, damit die auf sehr verschiedenartige Weise zu öffnenden Türen auch stets geöffnet werden können und die Arbeiter bequem abzuladen haben. Sehr zweckmäßig und billig sind für die Bahnanlieferung solche Gelasse, deren Seitenwände aus alten, aufrecht stehenden Schwellen hergestellt werden, zwischen denen in der Mitte tief die Schwemmrinne liegt, während die Bahngleise zu beiden Seiten verlegt werden.

Die Breite der Lagerräume soll sich nach dem Höhenunterschied zwischen der Oberkante der Seitenwände und der Schwemmrinne richten, damit eine genügend schräge Fläche zum Hinabrutschen der Rüben in die Rinnen entsteht. Wo die Rüben nicht von selbst oder nur mit geringer Nachhilfe in die Schwemmrinnen rutschen, wenn die Bedeckung dieser entfernt wird, sind wesentlich mehr Arbeitskräfte erforderlich; solche Anlagen sind daher unpraktisch und im Betriebe kostspielig.

Die Lage der Lagerräume muß so sein, daß die Eisenbahnwagen leicht und schnell angesetzt werden können, wobei Drehscheiben möglichst vermieden werden sollen, oder daß die Fuhrwerke bequem anfahren können, ohne daß sich leere und volle Fuhren hindern. Die Rüben werden fast überall mit der Gabel abgeladen. Der immer mehr zunehmende Mangel an billigen Arbeitskräften, welche für diese, bei schmutzigen Rüben unangenehme Arbeit geeignet sind, läßt es wünschenswert erscheinen, das **Abladen auf mechanische Weise** zu bewerkstelligen. Da man mit den vorhandenen Eisenbahnwagen rechnen muß, so sind dazu nur Kippeinrichtungen zu gebrauchen, die mit hydraulischem Druck bewegt werden. Die bisher bereits in einigen

Fabriken gebrauchten Einrichtungen sind ziemlich kostspielig und nicht für alle Verhältnisse brauchbar. Eine gute Kippvorrichtung muß die Rüben schnell und ohne menschliche Arbeit direkt in die Schwemmrinne entladen. Für Fuhrwerke werden Netze empfohlen, welche die ganze Ladung einschließen und mit denen die Rüben auf einmal von den Wagen herabgezogen werden können.

Eine sehr wichtige Aufgabe bei der Anlieferung der Rüben ist die **Bestimmung des ihnen anhaftenden Schmutzes.** Zuweilen wird diese Bestimmung durch Abschätzen vorgenommen, meistens zieht man aber eine direkte Bestimmung vor und dann ist der Probenahme eine große Wichtigkeit beizulegen. Sie wird so ausgeführt, daß mit der Rübengabel in bestimmt vorgeschriebener Weise von jedem Wagen 25 oder 50 kg Rüben entnommen werden, an welchen der anhaftende Schmutz durch Putzen oder Waschen, sowie das Gewicht der Köpfe durch Abschneiden bestimmt wird. Da es unmöglich ist, in einer Probe, die bei den Eisenbahnwagenladungen nur etwa $^1/_4$ Prozent der Gesamtladung beträgt, den absolut richtigen Durchschnitt zu treffen, so führt die Probenahme und Bestimmung der Abzüge häufig zu unangenehmen Auseinandersetzungen zwischen Zuckerfabrik und Lieferanten. Um diese zu vermeiden, ist die strengste Kontrolle der Probenahme unter Zuziehung der Lieferanten oder deren Vertreter sehr zweckmäßig. Erfolgt die Schmutzbestimmung durch Waschen, so ist ein Abzug von 1—2 Prozent für das den gewaschenen Rüben anhaftende Wasser zu machen. Die **Köpfe** sollen unter dem Blattansatz gerade abgeschnitten und nicht geschält werden. Sind die Rüben mit großen, grünen oder hohlen Köpfen versehen, so erscheint es berechtigt, den Schnitt tiefer, als der Blattansatz ist, zu machen, weil solche Rüben nicht mit der vorgeschriebenen Sorgfalt angebaut sind und die grünen Teile der Rübe sowie die hohlen Köpfe stets zuckerärmer sind und unreinere Säfte geben. Daß für erfrorene oder sonst beschädigte oder angefaulte Rüben, soweit die Schuld den Lieferanten trifft, besondere Abzüge gemacht werden, ist ebenfalls berechtigt.

Schädigungen, welche die Rüben auf dem Transport zur Fabrik erleiden, sind meistens von der Fabrik zu tragen. Daher ist darauf zu achten, daß sie möglichst vermieden werden oder, wenn sie eingetreten sind, durch zweckmäßiges Handeln möglichst gering bleiben. Der unangenehmste Feind der auf dem Transport befindlichen Rüben ist ein plötzlich und stark auftretender Frost, der nicht nur die Rüben

erfrieren macht, sondern auch das Abladen der zu einem harten Klumpen zusammengefrorenen Rüben sehr erschwert. Erfrorene Rüben müssen stets sofort verarbeitet werden, da sie sehr schnell verderben, wenn sie auftauen. Geringe Kältegrade bis zu — 1° können die Rüben längere Zeit ertragen, ohne zu erfrieren; das **Erfrieren** findet erst statt, wenn das Leben der Zellen durch die Frostwirkung getötet ist. Rüben, welche noch in der Erde stecken und durch ihr eigenes Laub gedeckt sind, können vorübergehend recht starken Frost ertragen und leiden entweder garnicht oder selbst bei längeren Frostperioden nur wenig, wenn sie solange in der Erde gelassen werden, bis sie wieder völlig aufgetaut sind. Immerhin ist es notwendig, daß auch solche Rüben sofort nach dem Ausroden zur Verarbeitung kommen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß zuckerreiche Rüben, welche meistens ein festeres Gewebe haben, weniger leicht durch die Kälte leiden, als zuckerärmere Rüben mit weicherem Fleisch. Wo Rüben in Schiffen transportiert werden, ist darauf zu achten, daß möglichst flache Schiffe, die nicht gedeckt werden, verwendet werden, und daß die Rüben sich nur möglichst kurze Zeit im Schiffe befinden, weil sie sich sonst leicht erhitzen, infolgedessen sich schlecht verarbeiten lassen und schlechte, dunkle Säfte geben.

Das Einmieten der Rüben an der Fabrik. Diejenigen Rüben, welche bei der Anlieferung nicht sofort verarbeitet werden können, müssen eingemietet oder in Haufen gelagert werden. Für die Wahl der besten Art der Einmietung oder Lagerung ist sehr wesentlich, daß die Rüben dabei möglichst wenig Zucker verlieren, daß die Arbeit des Ein- und Ausmietens mit möglichst geringen Kosten ausgeführt werden kann und daß die ganze Anlage dafür billig ist.

Ein gewisser Zuckerverlust ist stets während der Einmietedauer vorhanden, denn die Rüben atmen, solange sie gesund sind, und der in ihnen aufgespeicherte Zucker ist der Stoff, welcher durch die Atmung verbraucht wird.

Die Stärke der **Atmung** ist von der Temperatur und der Beschaffenheit der Rüben abhängig. Zur normalen Atmung ist der Zutritt der Luft notwendig. Es würde aber verkehrt sein, zu glauben, daß man die Atmung, also den Verlust an Zucker in den Rüben durch Absperrung des Luftzutrittes verhindern könnte, denn der Stoffwechsel findet in der Rübe auch ohne Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft statt. Es tritt dann der anaerobe Stoffwechsel ein, durch welchen der Zucker in Alkohol und Kohlensäure zersetzt wird.

Die Höhe des Zuckergehaltes der Rüben hat keinen Einfluß auf die Stärke der Atmung, wohl aber die Menge des aktiven Eiweißes; die Stärke der Atmung, also der Zuckerverlust hängt demnach von der individuellen Veranlagung der einzelnen Rüben ab und ist im allgemeinen bei unreifen Rüben höher als bei reifen. Durch die Atmung wird der Zucker zum größten Teil in Kohlensäure übergeführt, zum Teil aber auch in andere organische Stoffe, die im Rübensaft verbleiben.

Für eine gute Erhaltung der Rüben in den Mieten ist die hauptsächlichste Bedingung, daß sie nicht zu früh, jedenfalls nicht vor Mitte Oktober, geerntet und frisch und unverletzt bei möglichst kühler, aber frostfreier Witterung eingemietet werden.

Am besten scheinen sich die Rüben in kleinen, mit Erde bedeckten Haufen zu halten; daher werden auch die zur Samenzucht bestimmten Rüben in dieser Weise eingemietet. Für das Einmieten der Rüben an der Fabrik ist diese Art aber nicht angebracht, da sie viel zu viel Fläche beansprucht und überhaupt viel zu kostspielig ist. Hier kommen nur die großen Erdmieten und die Haufen in Frage.

In Gegenden mit mildem Klima sind die **großen Haufen**, welche nicht gedeckt werden, allen anderen Einmietungen vorzuziehen, weil der Zuckerverlust darin nur gering ist und die Einmietung nur wenig Raum und Arbeitskraft erfordert. Da die Rüben gegen geringe Kältegrade sehr widerstandfähig sind, wenn sie unberührt liegen bleiben und nachher ganz langsam auftauen, so leiden nach kurzen Frostperioden nur höchstens die an der Oberfläche der Haufen liegenden Rüben und auch diese nur dann, wenn der Frost sehr stark und das Tauwetter ganz plötzlich eintreten. In das Innere der Haufen dringt selbst eine starke Kälte nur langsam ein, und ebenso dringt bei Tauwetter die Wärme nur langsam in die gefrorenen Haufen ein, sodaß die Rüben meistens ohne Schaden zu nehmen wieder auftauen. Nur diejenigen Rüben, welche tatsächlich erfroren sind, in denen also das Protoplasma der Zellen getötet ist, sind beim Auftauen verloren, weil sie dann sofort zu faulen anfangen. In Gegenden mit durchschnittlich mildem Klima ist aber der Verlust an solchen völlig erfrorenen Rüben so gering, daß er gegenüber der guten Erhaltung der Rüben infolge der gleichmäßigen niedrigen Temperatur in den Haufen garnicht in Betracht kommt.

Voraussetzung für eine gleichmäßig gute Erhaltung der Rüben in den Haufen ist, daß die Oberfläche möglichst geebnet ist. Eine ebene Oberfläche ist im Verhältnis zum Inhalt der Haufen kleiner als eine unebene, und daher leidet ein kleinerer Teil der Rüben durch die Witterungseinflüsse. Ein anderer Übelstand bei unebenen Oberflächen ist der, daß die hervorragenden Gipfel wie Kamine wirken und die Wärme und Feuchtigkeit aus den Haufen ansaugen. Daher sind die Rüben in diesen Erhöhungen stets wärmer und feuchter und wachsen dort am meisten aus. Bei Frostwetter tritt dann auch die eigentümliche Erscheinung auf, daß nicht die Rüben an den höchsten Stellen zuerst gefrieren, sondern diejenigen in den Tälern der Oberfläche, weil hier die kalte Luft eingesaugt wird.

Vielfach wird empfohlen, die Rübenhaufen unter einem Dach anzulegen. Die in dieser Weise gelagerten Rüben zeigen einen etwas höheren Zuckergehalt, als die unbedeckt gelagerten, aber sie nehmen auch wesentlich mehr an Gewicht ab, sodaß die wirklichen Verluste an Zucker nicht sehr verschieden sind. In Ländern, in denen die Steuer von dem Gewicht der Rüben erhoben wird, kann sich die Anlage von Dächern immerhin noch lohnen, da auch das Ein- und Ausmieten, sowie das Anfahren auf dem stets trockenen und harten Boden unter dem Dache Vorteile bietet. Wo die Rüben aber nicht besteuert werden, können die ziemlich hohen Anlage- und Reparaturkosten solcher Dächer nicht durch bessere Zuckererhaltung gedeckt werden.

In Gegenden mit stark und früh auftretenden Frostperioden müssen die Haufen gedeckt werden. Da dies mit manchen Übelständen verknüpft sein kann und größere Kosten verursacht, so mietet man dort die Rüben vielfach noch in **großen Erdmieten** ein, oder man legt große **Rübenkeller** an, die mit schwacher Lüftung versehen werden. Diese Keller haben sich sehr gut bewährt, wenn die Einmietedauer nicht zu lang ist und die Rüben trocken und mit wenig anhaftendem Schmutz hineingelangen.

Der größte Feind der eingemieteten Rüben ist die Wärme, besonders die feuchte Wärme. Wo also, wie in den südlichen Ländern, die Temperatur während der Kampagne eine hohe ist, muß man das Einmieten und das Lagern in Haufen möglichst vermeiden. Aber auch in Gegenden mit gemäßigtem oder kaltem Klima können die Rüben sich infolge der bei der Atmung erzeugten Wärme mehr

oder weniger stark an den Stellen der Haufen und großen Mieten erwärmen, wo die Luftbewegung zwischen den Rüben gehemmt ist, eine Abkühlung also nicht erfolgen kann. Dieser Übelstand tritt dann ein, wenn den Rüben große Mengen Schmutz anhängen und viele Blätter und Unkraut mit den Rüben angeliefert werden. Am meisten erwärmen sich die Stellen, wo die Rüben beim Abwerfen auffallen, wo der Schmutz sich also anhäuft und fest mit dem Unkraut und den Rüben zusammenklebt. Eine Überwachung der Temperaturen durch eingesteckte Thermometer ist daher sehr zu empfehlen. Sobald die Wärme dauernd steigt, ist, wenn irgend möglich, eine sofortige Verarbeitung der betreffenden Rüben angezeigt.

Bei allen Einmietungsarten findet eine mehr oder weniger große **Gewichtsveränderung** statt, und zwar meistens eine Gewichtabnahme. Nur solche Rüben, an welche Regen oder Feuchtigkeit der Erde gelangen oder an welche sich das aus den unteren Schichten der Rübenhaufen verdunstende Wasser niederschlagen kann, nehmen an Gewicht zu, besonders wenn sie bei trockenem Wetter geerntet und eingebracht sind. Alle anderen Rüben der Mieten oder Haufen nehmen aber stets an Gewicht ab. Der Gewichtsverlust ist um so größer, je nässer die Witterung ist, bei welcher die Rüben geerntet und eingemietet werden, je vollkommener die atmosphärischen Niederschläge von den Rüben abgehalten werden, je wärmer das Innere der Mieten und Haufen ist und je mehr sie gelüftet werden.

In gelüfteten und bedachten Rübenhaufen oder Kellern ist der Gewichtsverlust am größten und beträgt etwa 5—10 v. H. In den unbedeckten, nicht künstlich gelüfteten Haufen findet je nach den Witterungsverhältnissen entweder keine merkliche Gewichtsveränderung statt oder eine Abnahme bis zu einigen Prozenten. In großen, mit Erde gedeckten Mieten ist ein Gewichtsverlust von ungefähr 5 Prozent vorhanden.

Der **Zuckerverlust** der eingemieteten Rüben ist um so größer, je höher die Temperatur, je größer der Wechsel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit und je stärker die Lüftung ist. Bei der Bestimmung der Größe des Zuckerverlustes ist die Berücksichtigung der Gewichtsveränderung der Rüben unbedingt erforderlich, wenn man sich vor Trugschlüssen hüten will. Dieser wirkliche Zuckerverlust beträgt in einem milden Klima, dessen Durchschnittstemperatur während der Einmietezeit etwa 5^{0} ist, bei einer Einmietungsdauer von Ende Oktober

bis Dezember durchschnittlich an jedem Tage: 0,010—0,012 Prozent in großen unbedeckten Haufen, 0,012—0,017 Prozent in durchlüfteten Haufen und 0,019 Prozent in großen, mit Erde gedeckten Mieten.

Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf Beobachtungen an unverletzten Rüben. **Verletzte Rüben,** an welchen die Schwänze abgebrochen sind oder welche zu stark geköpft sind, besonders aber solche Rüben, welche durch Stiche mit der Gabel oder durch die Hacke beim Ausheben verletzt sind, nehmen viel stärker an Zuckergehalt ab. Sie leiden dann auch viel mehr durch die in den Mieten oder Haufen manchmal sehr verheerend auftretenden Schimmelbildungen und Epidemien, hervorgerufen durch Phoma, Rhizoctonia und Sclerotinia. An den so befallenen Stellen wird das Rübenfleisch schwarz und der Zersetzungsvorgang dringt in kurzer Zeit tief in das Innere ein, sodaß die Rüben schon nach wenigen Wochen ganz faul werden können. Frisch, aus feuchtem Boden geerntete Rüben zeigen sich im allgemeinen widerstandsfähiger als Rüben, die infolge anhaltender Trockenheit auf dem Felde oder bereits vor der Ernte stark welk geworden sind. Im letzteren Falle sind die Rüben infolge des sehr erschwerten Ausmachens fast alle stark verletzt, also doppelt geschädigt.

Wenn die Rüben während der Einmietungzeit auswachsen, so ist das stets ein Zeichen, daß sie zu warm und zu feucht gelagert sind. Die Bildung der **Triebe** ist daher auf eine vermehrte Lebenstätigkeit der Rüben zurückzuführen, die natürlich mit einer stärkeren Atmung, mit stärkerem Stoffwechsel und größerem Zuckerverbrauch verbunden ist. In den Trieben als solchen geht aber sehr wenig Zucker verloren, da ihr Gewicht selbst bei stark ausgewachsenen Rüben nur einen geringen Prozentsatz vom Rübengewicht ausmacht und ihr Gehalt an Zucker (Rohrzucker und Invertzucker) nur 3—4 Prozent beträgt.

Die **Temperaturen** innerhalb der Mieten oder Haufen werden hauptsächlich durch die Höhe der Temperatur der Außenluft bedingt. Jeder anhaltende Wechsel in der Temperatur der Atmosphäre macht sich auch in den Haufen und Mieten bemerkbar, in den unbedeckten Haufen natürlich schneller, als in den mit Erde oder sonstwie gedeckten Mieten und in den der Luft zugänglichen Stellen am schnellsten.

Da bei der Atmung der Rüben Wärme erzeugt wird, so ist die Temperatur in den Haufen und Mieten stets höher als die durchschnittliche Außentemperatur; die Größe des Unterschiedes ist natürlich von der Größe der Luftbewegung zwischen den Rüben abhängig.

Mit der Aufbewahrung der Rüben ist eine Zunahme des organischen Nichtzuckers in den Säften verknüpft, weil vor allen Dingen der Zucker, dann aber auch unlösliche Rübenbestandteile sich in der Weise zersetzen, daß lösliche Nichtzuckerstoffe entstehen, die auch bei der Verarbeitung nicht ausgeschieden werden können.

II.
Der Transport und das Waschen der Rüben.

Der Transport der Rüben von den Lagerräumen in die Fabrik. Während die Rüben früher durch Gurte, Wagen oder sogar durch Tragen in Körben aus den Lagerräumen nach den Wascheinrichtungen geschafft wurden, hat sich jetzt die **Schwemmrinne** fast allgemein eingebürgert. Diese Rinne liegt, wie bereits erwähnt, in der Mitte des Lagerraumes, sodaß bei zweckmäßig eingerichteten Anlagen die Rüben auf den schräg abfallenden Böden mit geringer Arbeitskraft in die Rinne gezogen werden. Diese schrägen Böden werden entweder massiv oder aus Lattenrosten hergestellt. Im letzteren Falle kann trockene Erde durch die Zwischenräume der Latten hindurchfallen, sodaß die Schwemmrinnen weniger Schmutz erhalten, also auch weniger Schmutz in die Klärteiche gelangt. Einen Vorteil bietet diese Einrichtung jedoch nur dort, wo die Klärteiche sehr klein sind und wo man die Erde bequem unter dem Lattenrost herausschaffen kann. Da aber bei nassem Wetter der Schmutz fest an den Rüben haftet und die Lücken des Rostes zuschmiert, so gelangt gerade dann, wenn die Rüben am schmutzigsten sind, sämtliche Erde doch in die Rinnen und man kann sich daher meistens die Anlage von Lattenrosten ersparen.

Die Schwemmrinnen werden gewöhnlich und am billigsten an Ort und Stelle aus Mauersteinen oder Zementbeton mit innen glatt verputzten Wänden hergestellt, jedoch sind auch Rinnen aus Zement oder Eisen in Gebrauch, letztere besonders für bewegliche Rinnen. Die senkrechten oder abgeschrägten Wände der Rinnen sind mindestens 500—600 mm hoch, der Boden ist abgerundet und die Breite der Rinne ist je nach der zu verarbeitenden Rübenmenge 300—500 mm. Am oberen Rande befindet sich ein Falz zum Einlegen der Abdeck-

ı Holz, Eisenblech oder Eisengitter. Über das den Rinnen .e **Gefälle** lassen sich allgemeingiltige Vorschriften nicht ı den meisten Fällen kommt man mit einem Gefälle von ı in den geraden Strecken und von 10—12 mm in den s. Je schmutziger die Rüben sind, je mehr scharfen Sand : die Erde enthält, je mehr Nebenwurzeln die Rüben haben :hlässiger die Lieferanten bei dem Entfernen der Blätter Inkrautes gewesen sind, desto größer muß das Gefälle /assermenge sein.

eine gute Schwemmrinnenarbeit ist es notwendig, daß die sonders bei langen Schwemmrinnen nur an einer Stelle n werden und daß der Abfluß des Wassers am Ausgang mmt wird. Kann daher das Wasser am Ausfluß nicht frei so müssen die Hebevorrichtungen genügend leistungsfähig ıuch bei stoßweisem Fließen des Rinneninhaltes das Wasser wegzuschaffen, daß es sich nicht in der Rinne aufstaut. :ng in der Rinne bewirkt, daß sowohl die Rüben, als auch . Sand sich festsetzen, und es vergeht immer eine gewisse ılles wieder regelrecht in's Treiben kommt.

Wasserverbrauch hängt zunächst von der Menge der zu en Rüben ab. Weniger als 2—3 cbm in der Minute darf auch bei kleiner Verarbeitung nicht rechnen. Mittlere 'auchen 4—5 cbm und größere entsprechend mehr, besonders nit 2 Schwemmrinnen zugleich arbeiten müssen. Es wird ehr Wasser gebraucht, je größer die Rinnenbreite und je as Gefälle ist. Leidet eine Fabrik an Wassermangel, so ist richtige Breite und das richtige Gefälle der Rinnen .derer Wert zu legen. Als Schwemmwasser wird gewöhnlich ısser der Kondensatoren genommen. Wo dieses Wasser Abkühlen wieder für den Fabrikbetrieb brauchbar gemacht ıß, ist man genötigt, das gebrauchte Schwemmwasser in oberflächlich vom Schmutz zu trennen und wieder zu

dem mehr oder weniger langen Aufenthalt der Rüben in :n Wasser kann es nicht ausbleiben, daß ein **Zuckerverlust** ı **in dem Schwemmwasser** stattfindet. Diese Zucker- ıd aber unter gewöhnlichen Verhältnissen sehr gering. Im

D
n
V

S
v
h
v
F
a
S
k
V
a
r
v
a
s

r
s
r
1

I
f
v
F
a
i
s
a
g
l

Durchschnitt vieler Versuche hat sich ergeben, daß folgende Zuckermengen auf 100 Teile Rüben bei einer 220 m langen Rinne in das Wasser übergingen:

bei gesunden Rüben und warmem (40—45° C.) Wasser 0,02—0,03 Proz. im Mittel, höchstens 0,05 Proz.;
bei erfrorenen und verletzten Rüben und ebenfalls warmem Wasser, je nach dem Prozentsatz der erfrorenen und verletzten Rüben, 0,1—0,57 Proz.

Unter gewöhnlichen Umständen ist der Zuckerverlust im Schwemmwasser also sehr gering und er wird nicht merkbar verringert, wenn die Rinne kürzer oder das Wasser kälter ist. Dagegen hängt die Größe der Zuckerverluste bei gefrorenen Rüben sehr stark von der Länge der Rinne, also von der Zeit des Aufenthaltes der Rüben im Wasser und von der Temperatur des Wassers ab. Da aber gerade bei gefrorenen Rüben, besonders wenn sie mit dem Schmutz zu Klumpen zusammengefroren sind, mit kaltem Wasser kaum geschwemmt werden kann, sondern unbedingt möglichst warmes Wasser genommen werden muß, weil die Rüben nicht eher treiben, als bis die gefrorene Erde aufgetaut ist und sich losgelöst hat, so muß man den Zuckerverlust als unabwendbar hinnehmen. Die zuweilen vorgeschlagene Abkühlung des Wassers für die Schwemmrinnen ist also bei gesunden Rüben mindestens zwecklos, bei erfrorenen und schmutzigen Rüben geradezu schädlich.

Während des Aufenthaltes der Rüben im Wasser der Schwemmrinnen und der Wäschen nehmen die Rüben auch etwas Wasser in sich auf, also an Gewicht zu; welke oder trockene Rüben natürlich mehr als frische. Die Zunahme überschreitet aber gewöhnlich nicht $^1/_2$—1 Prozent.

Als recht empfehlenswerte Einrichtungen, welche kurz vor dem Ausgang der Rinnen angebracht werden, haben sich **Sand- und Steinfänger** verschiedenartiger Konstruktion bewährt. Steine und Sand werden entweder durch einen auf dem Boden der Rinne angebrachten Rost von den darüber weg schwimmenden Rüben geschieden und zeitweise durch Ziehen eines Schiebers weggespült, oder sie sinken in eine Vertiefung der Rinne nieder, während ein von unten aufsteigender Wasserstrom die Rüben schwimmend erhält. Für die obenauf schwimmenden, leichten Teile, wie Blätter, Stroh, Unkraut, Holz, gibt es Fangvorrichtungen, die aber gleichmäßigen Strom in der Rinne und aufmerksame Bedienung verlangen.

Der **Transport der eingemieteten Rüben** nach den Wäschen oder nach den dahin führenden Schwemmrinnen geschieht meistens durch Feldbahnen, falls nicht die Rüben in Kellern eingelagert sind, die mit Rinnen versehen sind. Um das Ausmieten aus den gewöhnlichen Haufen zu verbilligen, bedient man sich bei passenden Bodenverhältnissen der beweglichen Schwemmrinnen, welche entweder auf Unterlagen verschoben oder auf Wagengestellen gefahren werden können, sodaß die Rüben aus den Haufen stets bequem in die Rinnen geworfen werden können.

Die Zuführung des heißen Fallwassers zu jeder Art der Schwemmrinnen geschieht am besten in offenen Rinnen. Rohrleitungen sind nicht nur kostspieliger, sondern auch deshalb weniger geeignet, weil das Fallwasser meistens Stein absetzt, welcher die Rohrleitungen in kurzer Zeit verstopft.

Das **Waschen der Rüben.** Die mittelst der Rübenschwemmen herbeigeschafften Rüben gelangen entweder direkt in tief gelegene Wäschen oder werden durch geeignete Hebevorrichtungen (Bagger, Hubrad, Schnecke, Gurt- oder Ketten-Elevator) allein oder mit dem Wasser zusammen hoch gehoben.

Da diese Apparate im Betriebe mehr oder weniger stark abgenutzt werden, so empfiehlt man neuerdings die Anwendung gepreßter Luft in ähnlicher Weise, wie sie in den sogenannten Mammutpumpen zum Heben von Wasser benutzt wird. Die Einrichtung besteht aus einem weiten, U-förmig gebogenem Rohr, dessen einer Schenkel $1^1/_2$ mal so lang ist, wie der andere. In das kürzere Rohr fließen Rüben und Wasser aus der Schwemmrinne ein, während durch die in den unteren Teil des längeren Schenkels eingepreßte Luft die ganze Masse spezifisch leichter gemacht wird und nach dem Grundsatz der kommunizierenden Röhren in die Höhe steigt. Wasser und Rüben fließen oben über in eine Schurre und aus dieser in die Wäsche. Damit das Rohr sich bei Stillstand nicht mit Sand verstopft, wird dann eine im längeren Schenkel befindliche Klappe geschlossen und ein wenig Luft weiter eingepreßt, die dann die Masse im kurzen Schenkel in Bewegung hält. Vor dem Eintritt der Rüben in die Wäschen muß das Schwemmwasser abgeschieden werden, damit sich dieses schmutzige Wasser nicht dem reineren Wasser der Wäschen beimengt. Vielfach benutzt man allerdings auch unreineres Wasser zum Waschen, z. B. die Abflußwässer der Diffusion und der Schnitzelpressen oder geklärtes Ablaufwasser; wo man jedoch reines, warmes Wasser zur Verfügung hat,

sollte man dieses nehmen, da die unreinen Wässer die Keime zu unangenehmen Störungen in der Diffusion und zur Verschlechterung der Säfte mit sich führen können. Unter allen Umständen sollten die Rüben zuletzt stets mit etwas reinem Wasser abgespült werden; wo zwei Wäschen nacheinander benutzt werden, sollte man die letzte mit reinem Wasser speisen.

Als **Wäschen** benutzt man mit Vorliebe lange Quirlwäschen mit großen Steinfängerräumen. Trommelwäschen werden wegen ihrer geringen Leistungsfähigkeit nicht mehr aufgestellt; dagegen werden senkrecht stehende Waschmaschinen empfohlen, aus welchen die Rüben mittels einer Schnecke herausgehoben werden, und denen als Vorzug vollständige Entfernung der Steine, des Strohes, der Blätter, überhaupt aller störenden Unreinigkeiten nachgerühmt wird, jedoch haben sie bisher keine große Verbreitung gefunden. In ähnlicher Weise, wie diese Wäschen, besonders in Bezug auf Entfernung der Steine, wirken bei geeigneter Einrichtung die Rübenhebeschnecken. Gibt man diesen unten einen erhöhten Trog und läßt man innerhalb dieses die Windungen fehlen und bringt an deren Stelle einige Rührarme an, so scheiden sich unten alle Steine ab, die durch ein passend angebrachtes Mannloch entfernt werden.

Da die Rüben bereits in den Schwemmrinnen von dem größten Teile des anklebenden Schmutzes befreit sind, so haben die Wäschen nicht mehr so viel zu leisten, wie früher. Immerhin bleiben die Waschmaschinen von großer Wichtigkeit für die nachfolgende Verarbeitung, besonders für den Verschleiß der Messer und für die Herstellung guter Schnitzel. Den Wäschen liegt daher hauptsächlich die Entfernung der letzten Schmutzreste und der Steine ob. Das erstere wird erreicht, indem man die Rüben im vorderen Teil der Wäsche so anhäuft, daß sie sich sehr stark an einander reiben müssen. In den Steinfängerabteilen müssen dagegen nicht zu viel Rüben sein, damit die Steine sich leicht und schnell absetzen können. Um dies zu erreichen, ist der Grundsatz zu beachten, daß die Auswurfvorrichtung des Steinfängers oder der Steinfängerabteilung mehr Rüben auswerfen kann, als die Zuführung von der Wäsche nach dem Steinfänger hineinwirft. So gebaute Wäschen arbeiten stets gut; andere, wenn auch noch so sinnreich konstruierte, bei denen dies nicht beachtet ist, geben nicht so gute Erfolge. Sehr zweckmäßig sind Einrichtungen, durch welche die unteren Schlammablässe in bestimmten Zeitabständen selbst-

tätig geöffnet und geschlossen werden, sodaß man dadurch von den Arbeitern unabhängig wird.

Die Rührarme der Quirlwäschen werden meistens aus Holz gemacht und häufig so gestellt, daß sie teilweise den Gang der Rüben aufhalten. Man macht sie zuweilen auch kanelliert, um die Rüben mehr zu reiben, oder versieht sie mit fingerartigen, seitlichen Ansätzen, damit sich Unkraut und Blätter darin fangen.

III.

Das Abwiegen und Zerschneiden der Rüben.

Von der Wäsche werden die Rüben durch einen Elevator (Gurt-, Ketten-, Glieder-Elevator) nach einem Sammelkasten befördert. Als früher die Rüben nach ihrem Gewicht besteuert wurden, legte man großen Wert darauf, daß die Rüben möglichst vom anhängenden Wasser befreit in die Steuerwaage gelangten. Heute ist man in dieser Beziehung gleichgiltiger geworden; sehr mit Unrecht, da das den Rüben anhaftende Wasser viel Schmutz, Sand und Bakterien enthält. Der Sand bewirkt einen größeren Verschleiß der Schnitzelmesser und Schneidscheiben und gelangt schließlich durch die Diffusion in die Baggergruben, wo er zu lästigen Reinigungsarbeiten Anlaß gibt. Mit der Menge des anhaftenden Wassers wächst die Menge der in der Diffussion gelangenden Mikroorganismen, deren zuweilen bemerkbar werdende Lebenstätigkeit dann in verstärktem Maße auftreten kann.

Zum Abwiegen der Rüben werden sehr verschiedene **Wägevorrichtungen** benutzt. Manche Fabriken wiegen nach dem Waschen überhaupt nicht, sondern nehmen das Gewicht als maßgebend an, welches auf den Außenwaagen bei der Anlieferung nach Abzug der Schmutzprozente bestimmt ist, oder berechnen das Gewicht aus dem Inhalt der gefüllten Diffuseure. Beide Methoden sind vollständig unzuverlässig und durchaus verwerflich; denn wo das Gewicht der eingeführten Rüben nicht genau ermittelt wird, fehlt die erste und hauptsächlichste Bedingung für die Überwachung des Fabrikbetriebes. Daher muß jede Fabrik, welche in richtiger Weise geleitet werden soll, die Rüben in zuverlässiger Weise nach dem Waschen verwiegen.

Da zuverlässige Wiegemeister nur in seltenen Fällen zu haben sein werden, kommen eigentlich nur die völlig selbsttätigen Waagen in Betracht, von denen es Konstruktionen gibt, die mit großer Sicherheit arbeiten. Aber auch Kontrollvorrichtungen für die auf gewöhnliche Weise zu handhabenden Waagen bieten genügende Sicherheit, sodaß sich solche Einrichtungen ihrer größeren Billigkeit wegen vielfach eingebürgert haben.

Aus der Waage fallen die Rüben entweder sofort in die Schnitzelmaschine oder in einen Sammelrumpf, aus welchem sie durch einen Elevator in die Schnitzelmaschine gehoben werden. Wo es die Raum- und Höhenverhältnisse erlauben, ist die erstere Art vorzuziehen, da hierbei der Füllrumpf über der Schnitzelscheibe leichter gefüllt gehalten werden kann, als wenn ein Elevator die Rüben erst wieder in einen nicht direkt zugänglichen und im Innern nicht sichtbaren Rumpf heben muß. Um aber auch bei der Benutzung eines Elevators eine gleichmäßige Füllung der Schnitzelmaschine zu bewirken, ist vorgeschlagen worden, die Ein- und Ausrückung des Elevators auf elektrischem Wege gleichzeitig mit dem Ein- und Ausrücken der Schnitzelmaschine auszuführen.

Das **Zerschneiden der Rüben.** Zum Zerschneiden der Rüben zu sogenannten Schnitzeln dienen die **Schnitzelmaschinen,** deren Bauart die allgemein bekannte mit horizontal laufender Schnitzelscheibe ist. Besonderer Wert ist auf eine sorgfältige Montage der Maschine zu legen, damit die Schneidscheibe einen tadellosen Lauf erhält. Eine auf andere Prinzipien gegründete Konstruktion der Schneidemaschinen, die Zentrifugal-Schnitzelmaschine, hat sich nur geringen Eingang in die Industrie verschaffen können. Neuerdings werden Trommel-Schnitzelmaschinen gebaut, bei welchen die Messer auf dem Umfange einer Trommel sitzen, die sich auf einer horizontalen Axe dreht. Die Rüben fallen durch einen seitlichen Trichter in die Trommel und werden durch einen im Innern befindlichen, hornförmigen Aufhalter gegen die Messer gedrückt. Die Maschine soll eine große Leistungsfähigkeit haben und sehr gute, lange Schnitzel liefern. Die üblichen Maschinen zeigen wesentliche Verschiedenheiten hauptsächlich nur in der Größe der Schneidscheiben und der Anordnung des Füllrumpfes.

Die **Schneidscheiben** müssen aus bestem Stahlguß hergestellt und sorgfältig bearbeitet werden. Ihr Durchmesser ist in deutschen Fabriken meistens 1200—1500 mm, im Auslande wendet man teil-

weise größere Scheiben mit 2000—2500 mm Durchmesser an. Die kleineren Scheiben läßt man in der Minute 100—150 Umdrehungen und zuweilen sogar noch mehr machen, während die großen Scheiben nur 50 Umdrehungen und weniger haben. Im allgemeinen nimmt man wohl an, daß die großen Scheiben mit langsamem Gange bessere Schnitzel liefern, als die kleineren schnell laufenden; da aber die Güte der Schnitzel von sehr vielen Umständen abhängt, so findet man häufig bei kleineren Scheiben bessere Schnitzel als bei den größeren. Es ist ferner nicht außer Acht zu lassen, daß größere Maschinen mehr Zeit zum Wechseln der Messer und zum Entfernen hineingefallener Steine beanspruchen, sodaß, falls nicht genügende Ersatzmaschinen vorhanden sind, die Verarbeitung leicht eine unregelmäßige werden kann. Es läßt sich daher nicht allgemein behaupten, welche Art der Schneidscheiben, ob größere oder kleinere, vorzuziehen ist.

Der **Antrieb** der Schnitzelmaschinen geschieht fast stets durch Riemen. Es gibt aber auch Maschinen, die mit einem eigenen Dampf- oder Elektro-Motor versehen sind, deren Umdrehungzahl also ohne weiteres beliebig geändert werden kann. Eine solche Einrichtung ist als sehr vorteilhaft anzusehen, ihrer allgemeinen Einführung steht aber die Kostspieligkeit der Anlage entgegen.

Über der Schneidscheibe sitzt das **Deckelstück**, dessen Bauart von wesentlichem Einfluß auf die Leistung der Maschine ist. Man unterscheidet Deckelstücke, auf denen sich ein Füllrumpf befindet, sodaß die Rüben sich durch ihr eigenes Gewicht gegen die Schneidscheiben drücken, und solche Deckelstücke, welche mit Andrückeinrichtungen versehen sind.

Bei den ersteren muß der ringförmige **Füllrumpf**, welcher auf dem Deckelstück aufsitzt, so gebaut sein, daß ein möglichst großer Teil der Scheibe, in welchem die Messerkasten sitzen, mit Rüben bedeckt ist und daß die Rüben leicht hinabrutschen können. Im unteren Teile besteht er aus 2 konzentrisch verlaufenden, geschlossenen Mänteln, in welchen nur an der Stelle eine Unterbrechung stattfindet, wo die Messerkasten eingesetzt werden sollen. Die Breite des ringförmigen Rumpfes unten an der Scheibe ist etwas größer als die Länge der Messerkasten. Es ist nun aber nicht richtig, wenn der Rumpf mit beiden Mänteln hochgeführt wird; viel vorteilhafter ist es, wenn der innere Mantel nur eine niedrige Kappe über dem mittleren Teile der Schneidscheibe, wo auch das Halslager der Axe liegt, bildet.

Diese Kappe erhält dann ein kegelförmiges oder glatt bombiertes Dach, vielfach auch abgeschrägte Seitenwände. Der äußere Mantel dagegen wird hochgeführt, und zwar mindestens 1,5 bis 2 m hoch, sodaß dadurch ein recht großer Sammelrumpf geschaffen wird, in welchem die Rüben unbehindert und ohne Reibung in dem Maaße nachfallen können, wie die Rüben auf der Schneidscheibe weggeschnitten werden. Im Innern des Füllrumpfes dürfen weder am äußeren Mantel, noch an der inneren Kappe irgend welche vorstehenden Teile (Nieten, Schrauben, Leisten etc.) vorhanden sein. Das unbehinderte Nachfallen der Rüben ist von um so größerer Bedeutung, je schneller die Maschine läuft und je mehr Messerkasten auf der Scheibe sitzen, je größer also die Leistung der Maschine ist.

Damit die Rüben sich nicht mit der Scheibe drehen, sondern fest liegen bleiben und somit regelrecht von den Schnitzelmessern angeschnitten werden, sind dicht über der Scheibe am Deckelstück Aufhalter oder Gegenmesser angebracht, welche einige Millimeter über der höchsten Messerspitze stehen. Bei den kleinen Schnitzelscheiben genügt ein Aufhalter.

Die Aufhalter macht man zuweilen beweglich und belastet sie mit Stahlfedern oder Gegengewichten. Es können dann Steine und Eisenstücke hindurchgedrückt und so ein zu großer Widerstand, der einen Bruch der Scheibe veranlassen könnte, vermieden werden.

Zur schnellen **Entfernung der fremden Bestandteile,** welche mit den Rüben in die Schnitzelmaschinen gelangen, wie Steine, Eisenstücke, Holz, Kokes etc., sind an den Stellen des äußeren Mantels, wo der oder die Aufhalter im Innern sitzen, kleine Türen angebracht und über diesen eine Anzahl Löcher zum Durchstechen von Stahlstechern. Sobald man an dem eigentümlichen Gerassel im Innern der Maschine merkt, daß ein fremder, harter Bestandteil in die Maschine und bis auf die Messer gelangt ist, ist die Schnitzelmaschine sofort still zu setzen, und zwar so schnell wie möglich, da es nicht selten vorkommt, daß Eisenstücke und harte Steine einen Bruch der Schneidscheibe verursachen (eine Ersatz-Schneidscheibe muß daher stets vorrätg sein). Jedenfalls werden aber um so mehr Messer verdorben, je länger die Scheibe unter dem fremden Bestandteil läuft. Die Entfernung desselben aus der Maschine geschieht durch die oben erwähnten Türen, da er sich fast immer vor dem Aufhalter festlegt. Man steckt die Stahlstecher durch die Löcher, um die Rüben am

Nachfallen zu hindern, und findet dann gewöhnlich den fremden Bestandteil unter den vor dem Aufhalter liegenden Rüben. Sollte der Stein aber hier nicht liegen, so nimmt man zweckmäßig einen Messerkasten aus der Scheibe und dreht diese einmal rückwärts im Kreise herum. Dann fallen alle auf der Scheibe liegenden Bestandteile mit Rüben und Rübenstücken durch die Öffnung hindurch. Da das Drehen der Scheibe nur mit großer Kraftanstrengung möglich ist, so ist für jede Maschine eine geeignete Drehvorrichtung, deren es viele gute Konstruktionen gibt, anzubringen.

Die Deckelstücke mit **Andrückvorrichtungen** für die Rüben bestehen aus einem oder mehreren, schneckenförmig über der Schneidscheibe verlaufenden Gehäusen oder Kanälen. Die Rüben fallen durch einen gemeinsamen Rumpf an der höchsten Stelle in die Kanäle und werden durch die Bewegung der Schneidscheibe in den engeren Teil mitgerissen, sodaß die Andrückkanäle stets bis an die Aufhalter voll Rüben gehalten werden. Die Rüben lagern sich dort fest, sodaß sie ihre Lage gegenüber den Messern nicht verändern, und werden in gleichmäßiger und wesentlich verstärkter Weise gegen die Schneidscheibe gedrückt. Man erhält infolgedessen sehr gute und möglichst musfreie Schnitzeln, und die Leistung der Maschine ist eine erheblich größere. Ein großer Vorteil dieser Bauart ist noch die leichte Entfernung der Fremdkörper, die sich stets an der engsten Stelle des Kanals vorfinden, wo sie durch eine dort angebrachte Klappe ohne weiteres entfernt werden können. Diese Klappe dient gleichzeitig zum Einsetzen und Auswechseln der Messerkasten.

Die Zahl der **Messerkasten,** welche in eine Scheibe eingesetzt werden, ist sehr verschieden. Abgesehen davon, daß in einer Scheibe von größerem Durchmesser auch mehr und größere Kasten enthalten sind, findet man in Scheiben von gleichem Durchmesser mehr oder weniger Kasten, je nachdem die Beschaffenheit der Scheibe ein näheres Zusammenrücken der Messeröffnungen gestattet oder je nachdem die Kasten selbst breiter oder schmäler sind. Die meisten Kasten lassen sich in eine Scheibe einsetzen, die nach unten mit Verstärkungen versehen ist, sodaß auf dem inneren Schneidkreise die Kastenecken fast zusammenstoßen können, ohne daß die Haltbarkeit der Scheibe darunter leidet.

Die Messerkasten haben für die in Deutschland üblichen Scheiben eine Länge von 280 mm im Lichten und eine Breite von 90 bis 180 mm. In Scheiben von großem Durchmesser setzt man größere

Kasten ein. Die Konstruktion der Kasten ist außerordentlich verschieden und in jedem Jahre werden Neuerungen daran empfohlen. Die hauptsächlichsten **Erfordernisse für einen zweckmäßigen Messerkasten** sind:

1. gutes, hartes Material, das sich wenig abnutzt und auch wenig zerbrechlich ist,
2. solide Konstruktion ohne leicht abnutzbare und schwer zu handhabende Teile,
3. möglichst freier Durchgang für die Schnitzel,
4. Vorrichtungen, um das Aufschrauben und Einstellen der Messer auf die richtige Höhe und Entfernung von der Vorlage leicht und schnell auszuführen,
5. leicht stellbare Vorlagen, um denselben die richtige Lage gegenüber der Messerstellung zu geben,
6. genaues Passen der Kasten in die Öffnungen der Scheibe, sodaß weder an den Rändern noch auf der Scheibenfläche Ecken oder Kanten vorstehen.

Wenn die Messerkasten vorstehende Forderungen erfüllen, so ist es gleichgiltig, welche Konstruktion sie haben; je einfacher diese ist, um so besser eignet sich der Kasten für den praktischen Betrieb. Kasten, bei denen übertriebener Wert auf einen der oben angeführten Punkte gelegt ist oder welche aus diesem Grunde besonders angepriesen werden, prüfe man besonders darauf, ob sie auch den anderen Anforderungen gerecht werden, was häufig nicht der Fall ist.

Bei faserigen Rüben oder besonders, wenn kleine Steinchen mit den Rüben in die Maschine gelangen, haben sich Vorlagen bewährt, deren vordere Kante nicht gerade an den Messern vorbeiläuft, sondern welche ausgefräst sind, sodaß nur dünne Spitzen bis dicht an die Messer reichen, die den Rüben den nötigen und meistens genügenden Halt geben, während die Fasern und besonders die kleinen Steinchen, welche sich bei geraden Vorlagen festklemmen, leicht durch die größeren Öffnungen vor den Messern hindurchgehen.

Die Messerkasten müssen ganz genau in die Scheibe passen, da jeder Vorsprung an der Seite oder auf der Scheibenfläche gegen die auflagernden Rüben stößt, diese aus der richtigen Lage bringt und somit Veranlassung zur Entstehung schlechter Schnitzel oder von Mus gibt. Neue Kasten sind daher gewöhnlich für alte Scheiben

ohne weiteres nicht brauchbar, da diese durch den Gebrauch stets etwas abgenutzt worden sind. Ebenso passen alte Kasten nicht für neue Scheiben.

Die **Schnitzelmesser**, welche für die kleineren Scheiben benutzt werden, haben stets eine Länge von 140 mm, sodaß deren zwei in einen Messerkasten eingeschraubt werden. Die Breite der Messer richtet sich nach den Kasten und ihre Dicke ist 7—9 mm. Man unterscheidet unter den jetzt in Gebrauch befindlichen Messern folgende Hauptarten: Dachrippenmesser, Königsfelder Messer und Doppelmesser.

Die **Dachrippenmesser** haben den Vorteil, eine große Leistungsfähigkeit zu besitzen, weil sie Messer mit vollem Schnitt sind. Sie werden in sehr verschiedenartiger Teilung geliefert; die Zahl der dachförmigen Ausfräsungen schwankt nämlich zwischen 20—40 bei einem Messer, sodaß die Rippen $3^1/_2$—7 mm von einander entfernt sind und die Schnitzel dieselbe Breite erhalten. Das Schärfen dieser Messer ist ziemlich zeitraubend und erfordert größere Aufmerksamkeit. Sie werden stets durch Fräsung aus Stahlplatten hergestellt.

Die **Königsfelder Messer** sind Messer mit halbem Schnitt; ihre Teilung ist meistens 5—7 mm. Sie sind viel leichter und schneller zu schärfen und setzen sich nicht so leicht mit Fasern zu, wie die Dachrippenmesser. Sie werden entweder ebenfalls aus Stahlplatten gefräst oder aus Blech gewalzt.

Bei ganz richtiger Stellung dieser beiden Messerarten in der Schneidscheibe und bei ruhiger Lage der Rüben erhält man nur rinnenförmige Schnitzel. Als richtige Stellung der vollschnittigen Dachrippenmesser in der Scheibe ist diejenige anzusehen, bei welcher alle Schneidkanten in vollkommen konzentrischen Kreisen sich befinden, während bei den halbschnittigen Königsfelder Messern die Schneidkanten aller ungeradstelligen Messer konzentrisch mit den Rillen der geradstelligen Messer liegen müssen. Tatsächlich wird diese richtige Stellung niemals eingehalten. Man findet daher neben den rinnenförmigen Schnitzeln, welche in der Mehrzahl vorhanden sind, Schnitzel von allen möglichen Querschnitten.

Da nun aber ein möglichst gleichmäßiger Querschnitt der Schnitzel für eine gleichmäßige Auslaugung als vorteilhaft angesehen wird, so haben vielfach die **Doppelmesser** Eingang gefunden, mit welchen Schnitzel von dreieckigem Querschnitt hergestellt werden.

Diese Doppelmesser sind derartig in einen Messerkasten eigenartiger Konstruktion oder in 2 auf einander folgende Kasten eingeschraubt, daß vorn ein Dachrippen- oder Königsfelder Messer steht, auf welches unmittelbar ein glattes Messer folgt. Das erstere Messer schneidet dreieckige Schnitzel aus der Rübe aus, während das glatte Messer die angeschnittene Rübe wieder glatt schneidet und dabei ebenfalls Dreieckschnitzel herstellt. Es werden also im praktischen Betriebe durch diese Doppelmesser Schnitzel von gleichmäßigerem Querschnitt hergestellt, als mit anderen Messerarten; aber der dreieckige Querschnitt ist für eine gute und schnelle Auslaugung nicht so geeignet wie der rinnenförmige.

Im großen und ganzen kann man keiner der drei Schnitzelmesserarten den unbedingten Vorzug vor den anderen geben. Mit allen dreien kann man gleichmäßig gute Resultate erzielen, wenn den Messern überhaupt die nötige Sorgfalt beim Schärfen und Härten zu Teil wird und wenn die Messer richtig in die Messerkasten und gegenüber der Vorlage eingesetzt werden. Das Schärfen der Messer wird meistens mittelst Bestoß- und Schärfmaschinen, deren es viele von geeigneter Bauart gibt, ausgeführt; es ist zu empfehlen, die so vorgeschärften Messer mit feinhiebigen Feilen nachzuschärfen, um eine gratfreie Schneide zu erhalten.

Eine Hauptbedingung für die Herstellung guter Schnitzel ist aber die, daß die Rüben gut gewaschen und frei von Steinen in die Maschine gelangen. In dieser Hinsicht wird häufig arg gesündigt, und es dürfte sich in vielen Fällen, wo über schlechte Schnitzel geklagt wird, empfehlen, die Wäschen zu verbessern und zu vergrößern, anstatt alle möglichen Versuche mit Messerkasten und Messern verschiedenartiger Konstruktion zu machen. Gute Schnitzel sind die Vorbedingung für eine gute Diffusionsarbeit und daher machen sich selbst kostspielige Verbesserungen des Waschhauses häufig sehr bald bezahlt.

Die Beschaffenheit der Rüben, ihre innere Struktur ist natürlich auch von wesentlicher Bedeutung für die Güte der Schnitzel. Aus Rüben mit einem harten, faserigen Gewebe, also besonders aus den in Samen geschossenen Rüben kann man auch mit den besten Einrichtungen keine tadellosen Schnitzel erzeugen, ebensowenig aus erfrorenen oder faulen Rüben, deren Fleisch zu weich geworden ist. Auch ist es unmöglich, gute Schnitzel herzustellen, wenn mit den Rüben viel

Unkraut und Blätter mitgeliefert werden, da es bisher keine Vorrichtungen gibt, um diese in genügender Weise vor der Schnitzelmaschine abzufangen. Die Messer schneiden sich dann in kurzer Zeit zu und erzeugen mehr oder weniger Mus enthaltende Schnitzel. Dieser Übelstand tritt neuerdings um so häufiger auf, als es den Landwirten immer mehr an ausreichenden und zuverlässigen Arbeitern zur Reinigung der Rübenfelder und zur sorgfältigeren Arbeit bei der Ernte fehlt.

Von der Schnitzelmaschine fallen die Schnitzel entweder in Transportwagen oder meistens auf mechanische Transportvorrichtungen, wie Schurren, Schnecken, Gurte oder die sehr beliebten Rechen-Transporteure, durch welche sie in die Diffuseure geschafft werden.

IV.
Die Saftgewinnung.

Die Rübe besteht aus einem **Zellengewebe,** welches aus Gefäßbündeln in der Längsrichtung durchzogen wird und an der Oberfläche von Oberhautzellen umgeben ist. Die **Zellen** haben sehr verschiedene Formen, die zwischen der kugeligen und langgestreckten schwanken; sie sind allseitig von einer Membran, der Zellwand, umgeben, an welche sich der Primordial- oder Plasmaschlauch anlegt; innerhalb dieses befindet sich der Zellinhalt, bestehend aus dem Zellsaft und dem Zellkern.

Die **Größe der Zellen** ist sehr verschieden; bei rundlichen Formen ist der Durchmesser im Durchschnitt etwa 0,04 mm und der Rauminhalt 0,000033 Kubikmillimeter. Die Wände der einzelnen Zellen sind mit einander verwachsen und nehmen beim Wachstum der Rüben an Dicke zu. Die so entstehende Substanz nennt man die Interzellularsubstanz. Infolge der verschiedenen Gestalt der Zellen ist die Verwachsung der Zellwände nicht an allen Stellen vorhanden, sondern es bilden sich viele Hohlräume zwischen den Zellen, die sogenannten Interzellularräume, welche mit Luft gefüllt sind.

Aus einer lebenden Zelle kann kein Saft austreten, da der Plasmaschlauch für den Austritt des Zellsaftes fast gänzlich undurchlässig ist. Aufgabe aller Verfahren der Saftgewinnung ist es daher, zunächst den Plasmaschlauch zu zerstören oder so zu verändern, daß er dem Austritt des Saftes kein Hindernis bietet.

Von der Zerstörung der Zellen durch mechanische Mittel (Zerreiben) ist man seit langer Zeit bereits abgekommen. Allgemein wird jetzt **der Einfluß der Wärme auf den Plasmaschlauch** benutzt. Werden nämlich die Zellen auf Temperaturen über 55—60⁰ erwärmt, so löst sich der Plasmaschlauch von der Zellwand ab, sodaß nur noch die Zellwand den Zellinhalt allseitig umschließt. Diese Wand ist eine sehr dünne und leicht durchlässige Membran; besonders dünn ist sie an den getüpfelten Stellen. Der Zellsaft kann also aus einer so durch die Wärme veränderten oder, wie man sagt, abgetöteten Zelle leicht austreten und durch Pressen oder Diffusion gewonnen werden.

Jedes der in neuerer Zeit benutzten Saftgewinnungsverfahren beginnt demnach damit, die zerschnittenen Rüben auf Temperaturen von mindestens 60—70⁰ zu erwärmen, und zwar meistens in der Weise, daß sie durch Vermischen oder Aufmaischen mit vorher gewonnenem und erwärmtem Saft auf diese Temperaturen gebracht werden. Für die Abtötung der Zellen ist es dabei gleichgiltig, ob diese Anwärmung langsam oder schnell erfolgt und ob die Temperaturen 70⁰ oder 90—100⁰ sind. Die Art und Höhe der Erwärmung ist daher durch Erwägungen anderer Art zu bestimmen.

A. Die Diffusion.

Bei der Saftgewinnung durch die Diffusion werden die zu Schnitzeln zerkleinerten Rüben zunächst mit heißem Saft angewärmt und nach und nach in systematischer Weise mit Wasser ausgelaugt. Über die **Vorgänge** welche dabei **in der einzelnen Zelle** auftreten, ist völlige Aufklärung noch nicht geschaffen; man weiß nicht, ob die Zellwand eine überall geschlossene Membran ist, ob es sich also bei der einzelnen Zelle um osmotische Vorgänge oder nur um eine einfache Auslaugung handelt. Tatsache ist, daß der Zucker, obwohl er zu den schwerer diffundierbaren Stoffen gehört, leicht und schnell aus der abgetöteten Zelle in das sie umgebende Wasser oder in wässerige Lösungen übertritt.

Bei den Rübenschnitten liegen jedoch nur verhältnismäßig wenige Zellen an der Oberfläche und kommen mit der auslaugenden Flüssigkeit unmittelbar in Berührung. Die große Mehrzahl der Zellen liegt im Innern, und deren Saft kann nur durch andere Zellen und durch die Interzellularräume hindurch austreten; die letzteren hängen teilweise mit einander zusammen und bilden enge Kanäle in der Interzellularsubstanz. Derartige **Saftbewegungen** in Kanälen werden **durch Diffusion** veranlaßt und folgen den Gesetzen, welche für Diffusionsvorgänge zwischen Flüssigkeiten oder Lösungen, die sich unmittelbar ohne trennende Membram berühren, giltig sind. Die Schnelligkeit einer solchen Diffusion ist hauptsächlich von der Größe der sich berührenden Flächen, von der Höhe der Konzentration und der Verschiedenheit des Gehaltes der Flüssigkeitschichten an gelösten Stoffen und schließlich von der Temperatur abhängig.

Außer diesen Diffusionsvorgängen, denen sich mehr oder weniger osmotische Vorgänge an den Zellenwänden anschließen, findet noch ein **Auswaschen des Zellsaftes** derjenigen Zellen statt, die beim Zerschneiden verletzt sind. Die unmittelbar von den Messerschneiden getroffenen Zellen sind völlig geöffnet; ihre Zahl beträgt je nach der Dicke der Schnitzel 2—5 v. H. aller Zellen. Die darunter liegenden Zellschichten sind infolge des Druckes, der beim Schneiden entsteht, mehr oder weniger gequetscht, meistens aber noch unverletzt.

Schließlich werden noch Stoffe, die in der Rübe ungelöst enthalten sind, in heißem Wasser sich aber mehr oder weniger schnell lösen, während der Arbeit gelöst.

Aufgabe einer richtigen Ausführung der Diffusion ist es, die Entstehung solcher Nebenvorgänge möglichst zu verhüten oder einzuschränken.

Zur **Ausführung der Diffusion** dienen die zu einer Batterie verbundenen Auslaugegefäße oder **Diffuseure.** Die **Zahl** der in einer solchen Batterie vorhandenen Gefäße ist sehr verschieden; sie schwankt zwischen 6—16, die geringere Zahl findet sich in den sogenannten verkürzten Batterien, welche sehr heiß und mit langsamem Saftstrom betrieben werden, während die größere Zahl in den mit geringeren Temperaturen und möglichst schnellem Saftstrom betriebenen Batterien vorhanden ist. Im allgemeinen bevorzugt man heute Batterien von 10—14 Gefäßen, welche stets geradlinig aufgestellt werden, und zwar

bei mehr als 10 Gefäßen in 2 Reihen, damit die Beaufsichtigung und Bedienung erleichtert wird. Die früher vielfach beliebte kreisförmige Aufstellung, mit der Schnitzelmaschine in der Mitte, wird jetzt nicht mehr ausgeführt, obwohl gerade hier die Beaufsichtigung und Bedienung sehr bequem ist. Ihre Nachteile liegen darin, daß sie viel Raum beansprucht, und daß die Vereinigung zweier Batterien mit den gemeinsamen Transporteinrichtungen für Rüben und Schnitzel schwierig und kostspielig ist.

Die **Form** und der **Inhalt der Diffuseure** ist ebenfalls sehr verschieden. Der Inhalt schwankt zwischen 20—100 hl, jedoch bevorzugt man neuerdings die Größen von 50—80 hl. Die ganz kleinen Diffuseure, welche früher besonders in Österreich infolge der dortigen Steuerverhältnisse üblich waren, (es waren sogar solche von nur 1,5 hl Inhalt im Betriebe) sind in jeder Richtung als unpraktisch zu verwerfen. Aber auch bei sehr großen Gefäßen können sich Übelstände zeigen, besonders wenn die Gesamtverarbeitung nicht dem großen Inhalt entspricht und wenn die Schnitzel nicht sehr gut oder zu fein sind.

Die Form der Diffuseure soll so beschaffen sein, daß eine möglichst gute und gleichmäßige Auslaugung an allen Stellen stattfindet, ohne daß der Saftstrom gehindert wird. Beide Bedingungen lassen sich aber nicht so verbinden, daß beide in vollkommener Weise erfüllt werden können. Zunächst kommt für die Form der Gefäße das **Verhältnis zwischen Durchmesser und Höhe** in Betracht. Die Auslaugung ist natürlich um so besser, je höher die Gefäße sind und je geringeren Durchmesser sie haben. Aber mit der Höhe nimmt auch die Länge des mit Schnitzeln gefüllten Raumes zu, welchen der Saft durchströmen muß, und damit der Widerstand, den der Strom zu überwinden hat; bei einem kleineren Durchmesser nimmt die Größe des unteren Siebbodens ab, auf welchem die Schnitzel aufliegen, und dessen freier Durchgang, also dessen Löcher werden außerdem teilweise durch die Schnitzel bedeckt, sodaß ebenfalls dadurch der Saftstrom verlangsamt wird.

Man hat nun durch Versuche zu bestimmen versucht, welches Verhältnis zwischen Durchmesser und Höhe das zweckmäßigste ist. Allgemein giltige Vorschriften lassen sich dafür aber nicht aufstellen, da die Behinderung des Saftstromes nicht nur von der Länge des Weges im einzelnen Diffuseur abhängt, sondern auch von der Zahl

der im Betriebe befindlichen Gefäße und ferner noch von der Größe des freien Durchganges des unteren Siebbodens, von der Dicke und sonstigen Beschaffenheit der Schnitzel und von dem Verhalten der Schnitzel während der Diffusionsarbeit, also besonders beim Anwärmen. Da diese letzteren 2 Punkte in jeder Fabrik verschieden sind und auch in derselben Fabrik sehr wechseln, so ist klar, daß man für jede Änderung in der Arbeitsweise ganz verschiedene Verhältnisse haben müßte.

Immerhin lassen sich gewisse Gesichtspunkte aufstellen, wie man die Hauptmasse der Diffuseure wählen soll. Will man mit sehr dünnen Schnitzeln arbeiten, so wird man zweckmäßig niedrigere Gefäße mit größerem Durchmesser wählen. Beabsichtigt man mit dickeren Schnitzeln zu arbeiten, so ist die Höhe größer zu nehmen und der Durchmesser kleiner. Für mittlere Arbeitsverhältnisse und mittlere Größe der Gefäße wählt man jetzt meistens bei den üblichen zylindrischen Gefäßen ein Verhältnis des Durchmessers zur Höhe von $1:1^1/_4$ bis $1:1^1/_2$. Ein Verhältnis von 1:2 findet man bereits seltener, weil man dann lieber die Zahl der Diffuseure in der Batterie mit einem Verhältnis von $1:1^1/_2$ vergrößert.

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich auf Gefäße, welche von oben bis unten eine zylindrische Form haben. Diese Form wird aber aus verschiedenen Gründen nicht eingehalten. Versuche, die später noch erwähnt werden, haben ergeben, daß die Auslaugung an verschiedenen Stellen der Diffuseure sehr verschieden sein kann. Es entstand daher die Ansicht, daß man diesem Übelstande durch Abänderung der Form der Gefäße abhelfen könnte, und tatsächlich sind auch konisch geformte Gefäße aufgestellt und benutzt worden. Jedoch ist es nicht wahrscheinlich, daß die Form der Gefäße, wenn sie nicht zu abnorm ist, einen wesentlichen Einfluß auf die Auslaugung ausübt; man hat daher alle solche Abweichungen von der zylindrischen Form aufgegeben.

Auf die **Form des oberen und unteren Teiles** der Gefäße ist die Art der Füllung und Entleerung von Einfluß. Der obere Teil muß so beschaffen sein, daß die Schnitzel sich leicht und gleichmäßig einfüllen lassen. Die Einfüllöffnung sowie der Hals der Diffuseure sollen deshalb möglichst groß und der daran sich anschließende konische Teil nicht zu flach sein.

Der untere Diffuseurteil ist bei der Entleerung durch ein seitliches Mannloch meistens vollkommen zylindrisch durchgeführt. Das untere Sieb ist dann flach und hat den Durchmesser des Gefäßes. Es gibt aber auch Gefäße, deren Boden dem Mannloch gegenüber abgerundet ist. Neuerdings werden ferner Diffuseure mit mechanischer Entleerungsvorrichtung gebaut, deren unterer Teil trogartig ausgebildet ist. In dem Trog ist eine Schnecke gelagert, welche die Schnitzel durch das an einem Ende befindliche Mannloch hinausbefördert. Die Schnecken werden durch Zahnräder, die am anderen Ende außerhalb des Diffuseurs angebracht sind, in Bewegung gesetzt, sobald das Mannloch geöffnet ist. Bei jeder seitlichen Entleerung ist die Anbringung eines Ventils zur **Einführung von Wasser** in den unteren Teil an der dem Mannloch gegenüberliegenden Seite zu empfehlen, welches gleichzeitig mit dem Mannloch geöffnet wird. Diese Spülung wirkt aber nur, wenn große Mengen Wasser eingeführt werden. Es ist daher anzuraten, das Ablaufwasser dazu zu benutzen und für den jeweiligen Gebrauch in Kästen anzusammeln.

Bei den Diffuseuren mit unterer Entleerung ist die Form der Gefäße unten zylindrisch, wenn der untere Deckel den Durchmesser der Gefäße hat, was bei solchen von nicht zu großem Durchmesser meistens der Fall ist, oder sie ist konisch auf den kleineren Durchmesser des Deckels zugespitzt. Die Siebe sitzen bei den Gefäßen mit unterer Entleerung auf dem Deckel und bei den konisch zulaufenden auch in diesem konischen Teile. Als zweckmäßig hat es sich im letzteren Falle erwiesen, im oberen Teil der konischen Siebe die Löcher enger zu machen oder weitläufiger zu bohren als im unteren. Die Abdichtung der Deckel von großem Durchmesser mit gewöhnlichen Gummiringen macht häufig Schwierigkeiten. Man wendet daher mit Vorteil Gummischlauch-Dichtungen an, die bei angedrücktem Deckel durch Dampf- oder Wasserdruck aufgeblasen werden.

Sehr vereinfacht wird die Bedienung, wenn das Schließen und Öffnen der unteren Verschlüße von oben ausgeführt wird, zu welchem Zwecke geeignete Vorrichtungen mit gutem Erfolge gebaut werden.

Wenn die Gefäße, welche Form sie auch haben mögen, zu einer **Diffusionsbatterie** zusammengestellt werden, so ist das Haupterfordernis bei dieser Batterie, daß die Saftströmung so vollkommen

und unbehindert wie möglich ist. Um die Saftströmung zu verbessern, wendet man folgende Mittel an:

1. Vergrößerung des Wasserdruckes auf den letzten Diffuseur,
2. Verringerung des Gegendruckes vom Meßkasten,
3. Vergrößerung des Durchmessers der Rohrleitungen und Ventile,
4. vollständige Entluftung,
5. Vergrößerung des freien Durchganges der unteren Siebe.

Von allen diesen Mitteln ist in den meisten Fällen das wirksamste die **Vergrößerung des freien Durchganges der unteren Siebe.** Es genügt nicht, daß dieser freie Durchgang einige Male größer ist, als der Querschnitt der Rohrleitung, weil die Schnitzel sich auf die Löcher der Siebe auflegen und daher den größten Teil derselben verstopfen oder zudecken, besonders dann, wenn die Schnitzel sehr fein und weich sind. Die freie Siebfläche soll daher so groß wie möglich sein, und diejenigen Siebe sind die besten, welche die größte Zahl von Löchern oder Schlitzen von passender Größe haben und dabei die nötige Widerstandskraft besitzen, um den Druck der Schnitzel auszuhalten. Siebe, welche früher vielfach in den oberen Hals der Gefäße gelegt wurden, findet man jetzt nicht mehr vor, da sie nicht nur völlig zwecklos, sondern sogar auch schädlich sind, indem sie ihrer geringen Größe wegen die Saftströmung sehr hindern, sobald von dem vorhergehenden Diffuseur Schnitzelstücke auf diese Siebe gelangen und sich auf ihre Löcher legen.

Die **Vergrößerung des Wasserdruckes** auf den letzten Diffuseur ist häufig von zweifelhafter Wirkung, sobald man die gewöhnliche Höhe desselben von ungefähr 10—12 m Überdruck vom Wasserkasten bis zum Meßkasten überschreitet. Die Geschwindigkeit des Saftstromes wächst nach bekanntem Gesetz nur mit der Quadratwurzel aus dem Druck. Ferner bewirkt jeder vermehrte Druck auch ein stärkeres Andrücken der Schnitzel an das Sieb. Bei festen, harten Schnitzeln ist nun wohl kein Übelstand damit verbunden, sind die Schnitzel aber fein und weich, so kann durch den vergrößerten Wasserdruck sogar eine schädliche Wirkung hervorgerufen werden. Das Mittel versagt also gerade dann, wenn es am wirksamsten sein sollte. Es ist daher auch nicht richtig, wenn man eine Wasserpumpe direkt auf die Diffusion drücken läßt, weil zu dem vergrößerten Druck bei dieser Einrichtung noch die schädliche Wirkung der Stöße der Pumpe kommt. Zentrifugalpumpen sind für diesen Zweck eher brauchbar, weil sie einen gleichmäßigen Druck erzeugen.

Auch die **Verminderung des Gegendruckes** vom Meßkasten durch Einschalten einer Saugpumpe in die Saftleitung zwischen Diffuseur und Kasten ist nur unter besonderen Verhältnissen nutzbringend. Sie kann aber auch wieder schädlich wirken, wenn die Saugwirkung zu stark wird. Aus demselben Grunde und außerdem wegen des weniger einfachen Betriebes und der Kostspieligkeit der Anlage hat der Vorschlag keine praktische Anwendung gefunden, Zentrifugalpumpen zwischen alle Diffuseure in die Übersteigleitungen einzuschalten.

Um den Druck der Schnitzel auf die Siebe zu vermindern, hat man versucht, durch eingehängte oder quergespannte, in der Mitte mit drehbahrem Teller versehene Ketten, eingebaute Hölzer oder Roste einen Teil des Druckes von den Sieben abzuhalten. Ein gewisser Erfolg ist damit meistens erzielt worden, aber da die Anwendung dieser Hilfsmittel meistens mit dem Übelstande verknüpft ist, daß die Entleerung der Schnitzel erschwert wird, so wendet man sie nur im Notfalle an, also z. B. bei der Verarbeitung erfrorener oder schlechter Rüben oder bei sehr feinen Schnitzeln.

Der schlechte **Einfluß größerer Mengen Luft** auf die Saftströmung in den Diffuseuren erklärt sich dadurch, daß der Saft von oben nach unten strömt, während die Luft das Bestreben hat, nach oben zu gelangen. Infolgedessen bieten größere Luft- oder Gasmengen, besonders wenn sie zwischen den Schnitzeln im ganzen Diffuseur verteilt sind, der Saftströmung einen sehr großen Widerstand. Zur Entfernung der Luft, welche sich im oberen Teile der Diffuseure ansammelt, dienen die Entluftungshähne oder noch besser die selbsttätig wirkenden Entluftungsapparate. Unter normalen Verhältnissen und, wenn man nur mit Wasserdruck arbeitet, sind die Entluftungsapparate entbehrlich. Drückt man aber den Saft im letzten Diffuseur mit gepreßter Luft ab, so kann es vorkommen, daß Luft aus der Druckleitung durch undichte Ventile in die anderen Gefäße gelangt; dann sind die Entluftungsapparate allerdings von großem Nutzen und ebenso, wenn während des Diffusionsvorganges sich Gase aus den Schnitzeln entwickeln.

Ob man nun mit der Saftströmung im allgemeinen zufrieden ist oder nicht, in allen Fällen ist es sehr empfehlenswert, an allen Übersteigern der Diffusion Druckmesser anzubringen. Man ist dann über die Druckverhältnisse in der Batterie stets im Klaren und weiß

sofort, an welcher Stelle der Druck am meisten verringert wird, der Saftstrom also den meisten Widerstand findet.

Rohrleitungen und **Ventile von großem Querschnitt** sind für die Saftströmung jedenfalls vorteilhaft, aber man überschätzt häufig ihre Wirkung. Wenn die Geschwindigkeit des Saftstromes in der Rohrleitung 1—1 $^1/_2$ m in der Sekunde nicht überschreitet, kann eine Vergrößerung des Rohrdurchmessers kaum einen Nutzen schaffen; schlechte Druckverhältnisse haben dann ihren Grund in einer der anderen Ursachen.

Zum **Anwärmen der Säfte** bei ihrem Übertritt von einem Diffuseur zum anderen dienen Röhrenanwärmer oder direkte Dampfeinspritzung. Im allgemeinen bevorzugt man die Anwärmer, weil durch sie die Anwärmung mit niedrig gespannten Brüdendämpfen aus der Verdampfstation, also wenig kostspielig geschehen kann. Für die Dampfeinspritzung kann dagegen nur der teurere Kesseldampf genommen werden. Der Vorwurf, welcher dieser Art der Anwärmung aber weiterhin gemacht wird, daß die abgezogenen Diffusionssäfte wegen des im Safte kondensierten Wassers dünner sein sollen, als die bei Anwendung der Röhrenanwärmer erhaltenen, ist durch Versuche nicht bewiesen. Unzweifelhaft kondensiert sich bei der Einspritzung der ganze Dampf und der Saft wird infolgedessen in den Übersteigern verdünnt. Da aber die letzte Konzentration des Saftes im frisch gefüllten Diffuseur stattfindet, hinter welchem der Saft in der Batterie nicht mehr angewärmt wird, so ist eine Verdünnung des abgezogenen Saftes kaum merklich. Es darf ferner nicht übersehen werden, daß auch die Röhrenanwärmer einen nachteiligen Einfluß auf die Dichte der Säfte ausüben. Der Saft wird in der Diffusion um so konzentrierter, je mehr Schnitzel in dem Raume eines Diffuseurs enthalten sind, je weniger Raum also nur mit Saft gefüllt ist, denn diese Saft-Räume sind für den Diffusionsprozeß verloren und zu ihnen, die man als schädliche Räume bezeichnen kann, gehört auch der Saftinhalt der Röhrenanwärmer.

Die Röhrenanwärmer haben ferner zuweilen noch den Nachteil, daß durch Undichtigkeiten Saftverluste entstehen können, die bei der Einspritzung von Dampf ausgeschlossen sind. Bei den neuen Anwärmern, bei denen die Heizrohre in einer Platte nicht eingewalzt, sondern mit Gummiringen abgedichtet werden, oder sich infolge einer schwachen Biegung seitlich ausdehnen können, tritt dieser Übelstand aber kaum mehr auf.

Um Dampf in der Diffusion zu sparen, wendet man häufig **warmes Wasser als Druckwasser** an, wozu sich das Fallwasser der Kondensatoren, die Brüdenwässer der Verdampfung oder Wasser, welches in besonderen Vorwärmern, mit dem letzten Brüdendampf der Verdampfung kostenlos angewärmt wird, eignen. Das Druckwasser wird meistens nur auf ungefähr 40—50⁰ erwärmt, kann aber auch heißer genommen werden, wenn die Diffuseure eine passende Entleerung haben oder durch Druckluft entleert werden. Sollen die ausgelaugten Schnitzel nicht getrocknet, sondern frisch verfüttert oder eingemietet werden, so müssen sie vor dem Abpressen unbedingt völlig abgekühlt werden, weil heiß ausgeräumte und abgepreßte Schnitzel in kurzer Zeit verderben. In diesem Falle arbeitet man gewöhnlich mit 2 Wasserleitungen in der Weise, daß man mit heißem Wasser aufmaischt und mit kaltem abdrückt und vielleicht auch bei der Entleerung noch mit kaltem Wasser nachspült.

Die **Arbeit mit der Diffusionsbatterie** wird fast in jeder Fabrik verschieden ausgeführt. Gemeinsam ist allen Arbeitsweisen nur der regelmäßige Betrieb, die Anwärmung des Saftes zwischen fast allen Gefäßen und die Art der Saftströmung. Der Saft strömt überall in allen Gefäßen von oben nach unten und nur der frisch mit Schnitzeln gefüllte Diffuseur wird von unten nach oben aufgemaischt, um die Luft zu verdrängen. Alles übrige, so vor allen Dingen die Temperaturen, die Dauer, die Dichte der Säfte, schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Da die Größe und Zahl der Gefäße und die Beschaffenheit der Rüben und Schnitzel sehr verschiedenartig ist, so ist eine einheitliche Arbeitsweise auch garnicht denkbar. Allgemein giltige Vorschriften können daher niemals angegeben, sondern es können nur die Grundsätze festgestellt werden, mit deren Hülfe für jede Fabrik die günstigste Arbeitsweise zusammengestellt werden muß.

Die erste Bedingung für eine gute Diffusionsarbeit ist natürlich ein möglichst reines, weiches, von löslichen Stoffen möglichst freies Betriebswasser. Hartes Brunnenwasser verlangsamt die Auslaugung im letzten Diffuseur etwas, ist aber im übrigen auch sehr geeignet, da die Kalksalze zum größten Teil bei der Scheidung ausgefällt werden. Wo solches reines Wasser nicht zu haben ist, leidet stets die Güte und Reinheit der Diffusionssäfte darunter; ganz besonders ist dies der Fall, wenn Fabriken einen so großen Wassermangel haben, daß sie gezwungen sind, gereinigtes Abwasser aus den Klärteichen zur

Diffusion zu benutzen, in welchem ja stets die löslichen mineralischen und auch viele organische Stoffe gelöst bleiben. Alle diese Stoffe lassen sich ebensowenig durch die Saftreinigung entfernen, wie die Alkalisalze aus Flußwasser, das durch Salzlaugen verunreinigt ist und in manchen Fabriken benutzt werden muß; sie verschlechtern die Erzeugnisse und verringern die Ausbeute, und zwar um so mehr, je größer der Saftabzug ist, je mehr Wasser also in die Säfte gelangt.

Stehen einer Fabrik nur geringe Mengen reinen Wassers zur Verfügung, so muß der Saftabzug möglichst verringert werden und die Diffusionswasserleitung durch besondere Ventile sowohl mit der Leitung für dieses reine Wasser, als auch mit der für das sonstige Betriebswasser in Verbindung stehen. Das reine Wasser wird dann zum Aufmaischen verwendet, da nur dieses in die Säfte gelangt, während zum Abdrücken das unreine benutzt wird, das beim Entleeren wieder aus der Diffusion entfernt wird. Statt mit Wasser kann man auch mit Preßluft abdrücken. Die Entleerung der trockenen Schnitzel ist in diesem Falle aber mit mehr Mühe verknüpft, ausgenommen wenn bei unterer Entleerung das untere Mannloch denselben Durchmesser wie der Diffuseur hat.

Eine gute Diffusionsarbeit soll eine gute Auslaugung der Schnitzel und möglichst reine und konzentrierte Säfte geben. Die Arbeit mit der Diffusion ist nicht, wie oben bereits erwähnt und in der ersten Zeit der Einführung dieser Saftgewinnungsart auch immer angenommen wurde, eine reine Diffusion, sondern gleichzeitig eine Auslaugung. Selbst bei sehr glatten Schnitzeln sind viele Zellen zerrissen, und zwar um so mehr, je feiner die Schnitzel sind. Bei der gewöhnlichen, mehr oder weniger rauhen Beschaffenheit der Schnitzel ist die Zahl der zerrissenen Zellen noch wesentlich höher; aus diesen wird der Inhalt einfach ausgewaschen. Ferner enthalten die Zellenwände und die Interzellularsubstanz, sowie die im festen Zustande befindlichen Bestandteile des Zellinhaltes Stoffe, welche sich bei längerer Berührung mit Wasser lösen. Es sind dies besonders Pektinstoffe und organische Kalk- und Kalisalze.

Bei der Behandlung der Schnitzel in der Diffusionsbatterie gehen demnach 3 Vorgänge zu gleicher Zeit vor sich, nämlich:

1. die Verdrängung des Saftes aus den verletzten Zellen,
2. die Diffusion der löslichen Bestandteile aus den abgetöteten, aber unverletzten Zellen,
3. die Auflösung der in der Rübe unlöslich vorhandenen Stoffe.

Während die beiden ersten Vorgänge, besonders aber die Diffusion, diejenigen sind, durch welche man den eigentlichen Zweck der Diffusionsarbeit erreichen will, ist der dritte Vorgang eine schädliche Nebenwirkung, welche möglichst eingeschränkt werden soll. Leider sind aber gerade die Umstände, die für eine günstige Diffusion die besten sind, auch die vorteilhaftesten für eine Lösung der unlöslich vorhandenen Stoffe.

Die Diffusion des Zuckers aus den Zellen geht um so schneller vor sich, je heißer gearbeitet wird, je dünner die Säfte und je feiner die Schnitzel sind; sie ist um so vollkommener, je langsamer gearbeitet wird. Eine heiße, langsame Arbeit und dünne Säfte, sowie feine Schnitzel sind aber auch die günstigsten Verhältnisse für die Auflösung der ungelöst vorhandenen Stoffe der Zellen.

Sache des Zuckertechnikers ist es, jeder Zeit zu überlegen, welche Bedingungen unter den gegebenen Umständen den besten Verlauf der Diffusion gewährleisten, vor allen Dingen aber den meisten Zucker zu gewinnen gestatten. Dabei ist zu beachten, daß die einzelnen Vorgänge sich gegenseitig ergänzen oder ersetzen können. So kann z. B. die Dauer der Diffusion bei heißer Arbeit oder bei stärkerem Saftabzuge abgekürzt werden, während umgekehrt eine kältere Arbeit zulässig ist, wenn die Zeitdauer verlängert oder die Schnitzel feiner gemacht werden.

Wenn die Diffusionsarbeit mit zwirnsfadenähnlichen, glatten Schnitzeln ausführbar wäre, so wäre dies eine ideale Art der Ausführung, weil dann der ganze Vorgang in kurzer Zeit zu beendigen wäre. Es würden dann nur kleine Gefäße nötig sein und aus den Zellwänden und dem ungelösten Zellinhalte würde sehr wenig gelöst werden, während die abgezogenen Säfte doch ein hohe Konzentration haben könnten.

Leider ist es nicht möglich, solche Schnitzel herzustellen, und ebensowenig ist eine genügende Saftströmung bei solchen feinen Schnitzeln denkbar. Die meisten Fabriken sind nicht einmal imstande, dauernd Schnitzel von etwa 2 mm Stärke oder überhaupt recht glatte Schnitzel von einigermaßen gleichmäßigem Querschnitt herzustellen. Die Diffusionsdauer muß sich aber gerade nach der Auslaugung der dicken Schnitzel richten. Je größer deren Menge ist, desto länger muß die Auslaugung unter sonst gleichen Umständen dauern, um eine durchschnittlich gute Entzuckerung zu erreichen. Die dünneren Schnitzel sind dann beinahe gänzlich entzuckert und aus ihrem

Zellgewebe ist bereits verhältnismäßig viel Nichtzucker aufgelöst, während die dickeren Schnitzel noch weit über den Durchschnitt Zucker enthalten.

Zerhackte oder musige Schnitzel als solche geben also bei gleicher Entzuckerung nicht schlechtere Säfte wie glatte und gleichmäßig dicke Schnitzel, zum wenigsten ist der Beweis hierfür nicht erbracht. Die Verschlechterung der Reinheit der Säfte, die bei musigen Schnitzeln auftreten kann, muß allein auf die ungleichmäßige Auslaugung zurückgeführt werden. Wie groß sie ist und ob sie im Diffusionssaft oder vor allen Dingen auch noch in den gereinigten Säften nachweisbar ist, ist bisher nicht festgetellt. Da aber schlechte, musige Schnitzel den Saftstrom im ganzen oder an einzelnen Stellen unter Bildung von weniger ausgelaugten Nestern hindern, so soll man die Herstellung guter Schnitzel möglichst anstreben.

Für die **Höhe der Temperaturen** in der Batterie gibt es eine Grenze nach oben, welche da liegt, wo die Schnitzel anfangen, weich zu werden, oder wie man sagt, wo sie verbrüht werden. Verbrühte Schnitzel legen sich in den Diffuseuren so fest aufeinander und auf das untere Sieb, daß die Saftströmung außerordentlich verlangsamt wird; es „drückt" nicht, wie der landläufige Ausdruck ist. Für die verschiedenen Rüben ist die Temperatur, bei welcher die Schnitzel weich werden, verschieden. Im allgemeinen scheinen frisch geerntete, reife Rüben höhere Temperaturen aushalten zu können, als solche, die eingemietet waren; jedenfalls spielen aber auch Düngung und Witterung während des Wachstums eine Rolle. Bei gesunden Rüben kann man die Temperatur in den höchst beheizten Anwärmern mit Sicherheit auf 75—80° steigern, ohne eine Überhitzung befürchten zu müssen. Es ist dabei zu bemerken, daß die Temperatur des Diffuseurinhaltes stets einige Grade niedriger ist, als das Thermometer an den Übersteigern anzeigt. Eine Temperatur über 90° vertragen aber keine Rübenschnitzel, ohne daß sie nach kurzer Zeit weich werden. Natürlich hängt sehr viel davon ab, wie lange die höheren Temperaturen auf die Schnitzel einwirken; deshalb kann man bei schneller Arbeit, also bei schnellem Wechsel der Diffuseure höhere Temperaturen anwenden, als bei langsamer Arbeit.

Sobald man ungesunde Rüben, also angefaulte oder erfrorene, zu verarbeiten hat, ist die Anwendung hoher Temperaturen unbedingt zu verwerfen, da die Schnitzel solcher Rüben, soweit sie sich über-

haupt noch zu wirklichen Schnitzeln zerschneiden lassen, bereits an und für sich sehr weich sind und bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen noch weicher werden.

Die anzuwendenden Temperaturen sind ferner auch verschieden bei langen und kurzen Batterien und bei Batterien mit großen und kleinen Gefäßen. Je kürzer die Batterie und je kleiner die Gefäße, desto wärmer kann und muß man arbeiten, desto mehr Gefäße müssen auf der höchsten Temperatur gehalten werden, ja selbst das Druckwasser muß dann recht heiß sein. Als Grundsatz muß gelten, daß man die Schnitzel so schnell wie möglich auf höhere Temperaturen bringt, denn erst bei 60° beginnt nach Abtötung der Zellen die Diffusion und eine etwaige Einwirkung der Bakterien hört bei höheren Temperaturen auf. Bei richtiger Arbeit ist es möglich, bereits im zweiten Diffuseur Temperaturen von 70—75° zu erreichen, sodaß also die Schnitzel in ungefähr 10 Minuten so hoch erwärmt sind.

Um **Säfte von hoher Konzentration** abzuziehen, welches Ziel neben einer guten Auslaugung stets angestrebt werden muß, müssen die Schnitzel während der ganzen Diffusionsdauer mit möglichst wenig Flüssigkeit umgeben sein. Die Konzentration wird bei gleichem Saftabzuge und sonst gleichen Umständen um so höher, je mehr Schnitzel an Gewicht in einem Diffuseur enthalten sind, je größer also der sogenannte Füllinhalt ist. Gewöhnlich berechnet man diesen auf 1 hl Rauminhalt. In dieser Beziehung haben die großen Gefäße wieder einen Vorteil vor den kleineren voraus. Unter Anwendung von Stampfern kann man in jenen 55—60 kg und mehr Schnitzel auf 1 hl Raum einfüllen, während in die kleineren Diffuseure, besonders wenn schnell gearbeitet wird, also keine Zeit zum Einstampfen ist, häufig nur 50 kg hineingehen. Selbstverständlich spielt bei der Größe der Füllung auch die Beschaffenheit der Schnitzel eine große Rolle, da dünne Schnitzel und solche von frischen Rüben sich fester auf einander lagern, als dickere Schnitzel und solche aus eingetrockneten, welken Rüben.

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen kann man **folgende typische Arbeitsweisen** unterscheiden, die nach den örtlichen Verhältnissen ihre Vorteile und Nachteile gegen einander haben:

1. Arbeit mit langer Batterie von 12—14 Gefäßen, von denen 10—12 unter Druck stehen, von kleinem Inhalt, 20—30 hl. Die Schnitzel müssen sehr fein sein, die Temperatur muß in

der ganzen Batterie bis zum letzten Gefäß möglichst hoch gehalten werden unter Verwendung von warmem Druckwassser, die Diffusionsdauer muß kurz, etwa 1—$1^1/_4$ Stunde, der Wechsel der Gefäße also sehr schnell sein, ebenso die Saftströmung. Der Saftabzug wird bei dieser Einrichtung meistens die normale Größe etwas überschreiten.

2. Arbeit mit langer Batterie von 12—14 großen Gefäßen von 50—80 hl Inhalt. Die Schnitzel sind nicht zu fein, aber möglichst gleichmäßig zu halten, die Temperatur muß vorn hoch sein, nach hinten etwas stärker als bei 1. fallen, das Druckwasser ist kalt oder nur mäßig warm, die Diffusionsdauer ist etwa $1^1/_2$—$1^3/_4$ Stunde, der Wechsel der Gefäße kleiner, die Saftströmung langsamer als bei 1. Der Saftabzug kann bis auf 100 Prozent der Füllung verringert werden.
3. Arbeit mit kurzer Batterie von ungefähr 8 großen Gefäßen. Die Schnitzel sind wie bei 2. zu halten, die Temperatur ist in der ganzen Batterie möglichst hoch, das Druckwasser warm, die Diffusionsdauer ist kürzer als bei 2., etwa $1^1/_4$—$1^1/_2$ Stunde, der Wechsel der Gefäße aber noch kleiner und die Saftströmung langsamer, der Saftabzug etwas höher.

Sobald man in einer Fabrik mit der vorhandenen Diffusionsbatterie rechnen muß, so kann man mit Benutzung der Angaben für diese 3 typischen Arbeitsweisen die zweckmäßigste aussuchen, um bei einem Maximum der Leistung möglichst konzentrierte Säfte bei guter Auslaugung zu erhalten.

Wie weit man die Auslaugung der Schnitzel treiben muß, ist ganz allein Sache der Berechnung. Ist die Batterie verhältnismäßig klein und die zu verarbeitende Rübenmenge groß, so würde es nicht richtig sein, auf Kosten der täglichen Verarbeitung oder durch vergrößerten Saftabzug eine weitgehende Auslaugung anzustreben; denn der Gewinn an Zucker würde völlig aufgehoben oder sogar überschritten werden durch die infolge der kleineren täglichen Verarbeitung erhöhten Betriebskosten, durch den Zuckerverlust der länger zu lagernden Rüben und durch erhöhten Kohlenverbrauch. Ist dagegen die Batterie reichlich groß, so würde es falsch sein, die Auslaugung bei unverändertem Saftabzug nicht durch Anwendung geeigneter Temperaturen und der richtigen Diffusionsdauer so weit

als möglich zu treiben, aus Furcht, daß die in den letzten Diffuseuren gewonnenen Säfte eine zu geringe Reinheit haben und somit schädlich auf die Ausbeute wirken würden. Obwohl diese letztere Ansicht vielfach verbreitet ist, so kann man ihr nur in Ausnahmefällen, bei der Verarbeitung sehr schlechter oder erfrorener und gefaulter Rüben, eine Berechtigung zuerkennen. Bei gesunden und reifen Rüben haben die in dem letzten Diffuseur enthaltenen dünnen Säfte ungeschieden zwar häufig eine sehr niedrige Reinheit, da das Wasser je nach der Beschaffenheit der Rüben mehr oder weniger große Mengen Nichtzucker, besonders Parapektinate als Kalk- und Kalisalze auflöst. Durch die Scheidung und Saturation werden die Kalkpektinate aber ausgefällt und aus dem Kalisalz kohlensaures Kali erzeugt. Dadurch steigt die Reinheit der Säfte und die daraus hergestellten Sirupe sind nach richtiger Neutralisation stets gut kristallisationsfähig und ihre Verarbeitung auf Zucker mit Vorteil auszuführen, da sie im übrigen völlig kostenlos, ohne Erhöhung der Betriebskosten und ohne erhöhten Kohlenverbrauch gewonnen werden. Die kohlensauren Alkalien, teilweise auch Alkalisaccharate, welche in den geschiedenen und saturierten Nachsäften der Diffusion stets in größeren Mengen enthalten sind, müssen bei der Alleinverarbeitung natürlich vorsichtig neutralisiert werden; bei der Verarbeitung mit dem Diffusionssaft zusammen, wie sie im Betriebe bei starker Auslaugung stattfindet, wirken sie aber nicht schädlich sondern günstig, weil die Dünnsäfte meistens lösliche Kalksalze enthalten, welche sich mit den kohlensauren Alkalien unter Ausfällung des Kalkes in kohlensauren Kalk umsetzen. Sind solche Kalksalze in den geschiedenen Säften nicht vorhanden, dann müssen die kohlensauren Alkalien, besonders aber etwa vorhandene Alkalsaccharate durch eine gute Saturation mit schwefliger Säure im Dicksaft in schwefligsaure Alkalien übergeführt werden.

Bei der Frage der Grenzen der Auslaugung ist ferner nicht unberücksichtigt zu lassen, daß die Schnitzel, wie bereits erwähnt, an verschiedenen Stellen der Gefäße verschieden ausgelaugt werden und daß die dickeren Schnitzel selbstverständlich weniger ausgelaugt sind, sowohl von Zucker als auch von Nichtzucker, als die dünneren und das Mus. Über die **verschiedene Auslaugung** der Schnitzel an den verschiedenen Stellen der Diffuseure haben die angestellten Versuche nicht ganz gleichartige Zahlen ergeben. Im grossen und ganzen hat sich aber das natürliche Ergebnis gezeigt, daß die Schnitzel

von oben nach unten an Zuckergehalt etwas zunehmen, sodaß sie unten in der Nähe des Siebes etwa 0,1—0,2 Prozent, zuweilen aber auch mehr, zuckerreicher sind als oben. Sind unten konische Siebe angebracht, wie bei den Diffuseuren mit unterer Entleerung, so kann die Auslaugung in der Mitte des konischen Teils sehr schlecht sein, wenn der Saft bereits zum größten Teil durch die oberen Löcher des Siebes hindurchfließt. Bei grossen Diffuseuren zeigt sich ein höherer Zuckergehalt zuweilen in den oberen Ecken, wenn sich an den zylindrischen Teil ein flacher Oberteil anschließt. Alle diese Verschiedenheiten in der Auslaugung treten in geringerem Maaße auf, wenn überhaupt stark ausgelaugt wird; sie werden aber sehr groß, wenn die Auslaugung so schlecht ist, daß die Schnitzel durchschnittlich 0,5 Prozent und mehr Zucker enthalten. Auch dieser Umstand spricht dafür, die Auslaugung stets recht weit zu treiben, weil nur dann die wirklichen Zuckerverluste den durch die Untersuchung gefundenen entsprechen.

Bei der Beurteilung der Auslaugung ist nicht außer Acht zu lassen, daß beim Entleeren der Schnitzel unter Anwendung von viel Spülwasser noch eine weitere Erniedrigung des Zuckergehaltes stattfinden kann, sodaß der Zuckergehalt der dem Bagger entnommenen Schnitzel niedriger ist, als der der Schnitzel im Diffuseur. Für die Verlustberechnung ist dann die größere Abwassermenge zu berücksichtigen. Umgekehrt ist der Zuckergehalt der Schnitzel beim Abdrücken mit Luft bei gleichen Verlusten auf Rüben stets höher, weil dann die Abwässermenge gering ist.

Zuweilen zeigt sich die eigentümliche Erscheinung, daß trotz guter Schnitzel und richtiger Arbeit ein hoher Zuckergehalt in den ausgelaugten Schnitzeln gefunden wird. In solchen Fällen ist die Untersuchungsmethode dahin abzuändern, daß zunächst eine größere Menge Bleiessig zugesetzt oder die alkoholische Extraktion angewendet wird. Ist dadurch der scheinbar hohe Zuckergehalt noch nicht erklärt, so ist die Inversionspolarisaton auf die alkoholischen Extrakte anzuwenden.

Die **Größe des Saftabzuges** oder die Mengen Saft, welche auf 100 kg Rüben abgezogen werden müssen, richten sich nach der angestrebten Verarbeitung und Auslaugung. Bevor man jedoch bei einer ungenügenden Auslaugung den Saftabzug vergrößert, soll man zunächst versuchen, durch höhere Anwärmung der letzten Diffuseure oder auch durch stärkere Füllung der Diffuseure die Auslaugung bei gleichbleibendem Abzug zu verbessern.

Das Abmessen des Saftabzuges geschieht meistens in offenen Vorwärmern. Die Höhe des Abzuges wird entweder durch einen gewöhnlichen Schwimmer angezeigt oder gleichzeitig auch durch einen Kontrollapparat mit Signalvorrichtung. Diese Abmessung muß aber als recht unvollkommen bezeichnet werden, jedenfalls reicht sie für die Erlangung genauer Zahlen nicht aus. Genügend genaue Zahlen erhält man durch Abmessen des Saftes in einem Kasten mit Überlauf, welcher nach der jedesmaligen Füllung bis zum Überlauf wieder ganz leer gezogen wird und dessen Inhalt durch Auswiegen mit Wasser bestimmt wird. Ist der Überlauf dann noch so eingerichtet, daß er leicht verstellt werden kann, um den Abzug nach Belieben regeln zu können, so genügt ein solcher Meßkasten auch den weitgehendsten Anforderungen und macht selbsttätig wirkende Meßapparate, deren es auch mehrere empfehlenswerte Konstruktionen gibt, entbehrlich.

Vielfach wird der Saft jedes Abzuges gespindelt. Wenn dabei auf die Entnahme guter Durchschnittsproben Acht gegeben wird, so ist diese Kontrolle von großem Wert. Wenn aber vorgeschlagen wird, die Größe des Abzuges nach dieser Dichte zu regeln, sodaß also sofort mehr abgezogen wird, wenn die Dichte des Saftes steigt, und weniger, wenn sie fällt, so scheint dieser Vorschlag nicht begründet zu sein. Er ist zunächst überflüssig, weil die Rüben bereits gut gemischt in die Schnitzelmaschine gelangen und die Schnitzel sich auch noch sehr gut mischen, sodaß die Füllungen der einzelnen Diffuseure an einem Tage nicht wesentlich im durchschnittlichen Zuckergehalt verschieden sind und die Dichte der Säfte infolgedessen bei sonst gleichmäßiger Füllung nur sehr wenig schwankt. Im übrigen hängt die Dichte des abgezogenen Saftes und die Auslaugung der Schnitzel außer vom Saftabzuge noch von so vielen Umständen ab, daß eine solche Regelung des Saftabzuges zuweilen sogar schädlich sein kann, wenn wirklich die einzelnen Diffuseurfüllungen verschieden im Zuckergehalt sein sollten. Man bleibt daher am besten dabei, den Saftabzug nur dann zu ändern, wenn der Zuckergehalt der ausgelaugten Schnitzel nicht mehr normal ist und auf andere Weise nicht erniedrigt werden kann. Eine solche Regelung ist nur in großen Zeitabschnitten nötig und kann an den gewöhnlichen Meßgefässen leicht vorgenommen werden.

Durch Versuche ist erwiesen, daß konzentrierte Diffusionssäfte meistens eine höhere Reinheit haben, als dünnere, und diese Tatsache tritt noch mehr hervor, wenn das Druckwasser unrein ist. Man strebt

daher aus diesem Grunde und wegen der damit verbundenen Kohlenersparnis stets einen möglichst geringen Saftabzug an. Viele Fabriken kommen mit einem Saftabzug von etwa 100 l auf 100 kg Rüben aus. Mehr als 105—110 l sollte man auf 100 kg Rüben bei teuren Kohlenpreisen nicht abziehen, sondern, falls die Auslaugung dann nicht genügend ist, lieber zweckmäßige Änderungen in der Diffusionsanlage vornehmen.

Wenn man sich überzeugen will, ob die **eingeschlagene Arbeitsweise die richtige ist**, so gibt es eine sichere Methode zu ihrer Beurteilung, deren Ausführung allerdings einige Mühe und Arbeit verursacht, die daher nicht häufig angewendet werden kann. Diese Methode besteht darin, daß die aus allen Diffuseuren einer Batterie gleichzeitig entnommenen Saftproben auf Zuckergehalt und Reinheit untersucht werden. Aus dem gefundenen Zuckergehalt ermittelt man die Zunahme des Gehaltes in den einzelnen Gefäßen. Trägt man die gefundenen Zahlen in der Weise in ein Koordinatensystem ein, daß auf der Abszisse die Nummern der Gefäße und auf der Ordinate die Zunahme in Prozenten aufgetragen werden, so erhält man eine Kurve, die bei richtiger Arbeitsweise eine ganz bestimmte Form haben muß. Ist die Arbeit in der Diffusion aber eine unrichtige, so verläuft die Kurve ganz unregelmäßig, d. h. also die Auslaugung ist in den einzelnen Diffuseuren keine regelrechte und gleichmäßige und die Gesamtleistung der Batterie daher eine ungenügende.

Die Reinheit der Diffusionssäfte gestattet nicht immer Schlußfolgerungen auf den Wert der Säfte, weil nicht nur die Beschaffenheit der Nichtzuckerstoffe sehr verschieden ist, sondern weil auch stets unbekannt ist, welche und wie viele Nichtzuckerstoffe durch die Scheidung und Saturation entfernt werden. Es ist daher sehr wohl möglich und kommt auch häufig vor, daß ein Diffusionssaft von niederer Reinheit bessere Füllmassen liefert als einer von höherer Reinheit. Immerhin hat die Untersuchung der Diffusionssäfte auf ihre scheinbare Reinheit einen gewissen praktischen Wert, da man häufig daraus einen Schluß auf die spätere Verarbeitung und etwaige Schwierigkeiten dabei ziehen kann. Solche Schlußfolgerungen sind aber nur dann zulässig, wenn man regelmäßig und viele Reinheitsbestimmungen macht; nur dann ist es auch möglich, zu beurteilen, ob eine Änderung in der Arbeitsweise der Diffusion, besonders also eine schnellere, wenn auch heißere Arbeit, für die Reinheit der Säfte vorteilhaft ist.

Als ganz falsch muß es bezeichnet werden, wenn man zur Beurteilung der Güte der Diffusionsarbeit die Reinheit des Diffusionssaftes mit der Reinheit des ausgepreßten Rübensaftes vergleicht und den Diffusionsvorgang für um so besser hält, je größer der Unterschied der beiden Reinheiten ist. Es ist doch allgemein bekannt, daß die Reinheit des Preßsaftes derselben Rüben sehr verschieden ist, wenn die Feinheit des Breis und die Größe des angewendeten Druckes verschieden sind, und daß die Rüben bei ungleichen Wachstumbedingungen Preßsaft von sehr verschiedener Menge und Beschaffenheit geben. Es gibt also keinen, den zu untersuchenden Rüben eigentümlichen Preßsaft und daher sind Vergleiche damit unzulässig.

Schlüsse auf die Güte einer Arbeitsweise lassen sich nur durch vergleichende Diffusionsversuche machen. Unentschieden muß es noch gelassen werden, ob ein Vergleich der Arbeit im großen mit einem Laboratoriumsversuch, der nur eine Digestion ist, praktischen Wert hat. Jedenfalls ist aber ein durch Digestion in gleichartiger Weise hergestellter Saft eher zu einem Vergleich mit dem aus dem gleichen Rübenmaterial gewonnenen Diffusionssaft geeignet, als der Preßsaft. Die besten Aufschlüsse über den Wert einer Arbeitsweise geben vergleichende Versuche mit 2 Batterien unter Verwendung gleichen Rübenmateriales. Da solche Versuche im großen nur schwierig und mit großen Kosten auszuführen sind, so soll man sich im allgemeinen auf die mit kleinen Versuchsbatterien gefundenen, tatsächlich vergleichbaren Zahlen stützen, danach die Arbeitsweise regeln und im übrigen das Hauptaugenmerk darauf richten, bei gut geregelter und gleichmäßiger Arbeit eine gute Auslaugung und konzentrierte Säfte zu erhalten.

Die **Veränderungen, welche die Bestandteile der Rüben** durch eine verschiedenartig ausgeführte Diffusionsarbeit erleiden, sind nur wenig bekannt. Der Hauptbestandteil, der Zucker, erleidet infolge chemischer Einflüsse, selbst bei langsamer und heißer Arbeit keine nachweisbare Veränderung, da durch viele Versuche entweder keine oder nur eine zweifelhafte Zunahme des Invertzuckergehaltes gefunden ist, zweifelhaft in sofern, als es ungewiß ist, ob die geringe Zunahme des Invertzuckergehaltes aus dem Rohzucker und in der Batterie entstanden ist oder ob nicht auch andere Bestandteile reduzierend wirkende Stoffe entstehen lassen. Der Gehalt der Diffusionssäfte an reduzierenden Stoffen beträgt im allgemeinen 0,05 bis 0,15 Prozent, je nach dem

größeren oder geringeren Gehalt der Rüben. Von den Eiweißstoffen scheint ein größerer Teil bei heißer Arbeit in den Schnitzeln zu verbleiben, als bei kälterer. Der Säuregehalt des Diffusionssaftes wechselt sehr wenig. Die sauere Reaktion ist teilweise auf Säuren, teilweise auf sauere Kalisalze zurückzuführen, die entweder schon in der Rübe gelöst waren oder erst während der Diffusion in Lösung gehen. Die Menge der in Lösung gehenden Pektinstoffe und schwer löslichen Kali- und Kalksalze wächst mit der Dauer der Diffusionsarbeit und mit der Zahl der Diffusionsgefäße. Auf die Löslichkeit aller dieser Stoffe hat die Düngung der Rüben und ihr Reifegrad einen sehr wesentlichen Einfluß. Aus Rüben, welche übermäßig stark mit Kali und Stickstoff gedüngt sind, werden stets größere Mengen solcher Nichtzuckerstoffe aufgelöst, als aus normal oder mit genügenden Mengen Phosphorsäure gedüngten Rüben, nicht nur weil diese Nichtzuckerstoffe in den ersteren Rüben in größerer Menge und leichter löslich vorhanden sind, sondern auch weil diese Rüben sich überhaupt schwerer auslaugen lassen und daher unter Anwendung höherer Temperatur oder einer längeren Dauer diffundiert werden müssen. Größere Veränderungen erleiden die Bestandteile erfrorener oder angefaulter Rüben während der Diffusion, besonders wenn sie heiß und langsam betrieben wird; hauptsächlich steigt dann der Gehalt der Säfte an Invertzucker und Säure, sowie an pektinähnlichen Stoffen.

Eine besondere Beachtuug schenkt man in neuerer Zeit der **Einwirkung der Mikroorganismen und Enzyme** auf die Säfte, besonders während der Diffusion. In den Rüben selbst sind Enzyme nachgewiesen, nämlich Invertin und eine Zymase. Mikroorganismen dagegen sind in gesunden Rüben nicht vorhanden; sie und ihre Keime gelangen mit dem den Rüben anhängenden Schmutz und Schmutzwasser, sowie durch das Betriebswasser in die Diffusion. Ihre Zahl richtet sich ganz nach den besonderen Verhältnissen jeder Fabrik. Schmutzige Rüben und solche, die mit unreinem Wasser gewaschen werden, bringen wesentlich mehr solcher Lebewesen in die Diffusion, als Rüben, die mit reinem Wasser gut gewaschen und abgespült sind. Gutes Brunnen- oder Flußwasser enthält nur wenige Keime, verunreinigtes Wasser oder gereinigte Abwässer, die manche Fabriken anwenden müssen, sind außerordentlich reich daran. Infolgedessen kann die Zahl der Mikroorganismen und ihre Keime in dem Saft des ersten und des letzten Diffuseurs auf viele Tausende in einem Kubikzentimeter steigen.

Unter diesen Mikroorganismen finden sich aber viele, die auf Rohrzucker überhaupt nicht einwirken. Von denen, die Rohrzucker zersetzen können, sind hauptsächlich Leuconostoc, Bacterium Coli, Bacillus mesentericus und subtilis und ihnen verwandte Arten gefunden worden.

Wenn die Lebewesen Zucker zersetzen, so treten selbstverständlich stets **Zersetzungsprodukte des Zuckers** auf, aber fast jede Mikroorganismus-Art erzeugt andere Produkte. Meistens wird die Zuckerlösung sauer, zuweilen aber auch alkalisch. Invertzucker wird in sehr vielen Fällen gebildet, häufig aber ensteht er auch nicht oder wird sofort weiter zersetzt. Nicht wenige Bakterien erzeugen schleimige oder gummiartige Stoffe, andere Alkohol und sehr viele Gase, wie Kohlensäure, Methan, Wasserstoff usw. Bei der Entwickelung solcher Gase ist die Wirkung der Mikroorganismen sofort während des Betriebes bemerkbar, selbst wenn nur sehr geringe Mengen Zucker zerstört werden. Schwieriger ist der Nachweis für eine Einwirkung der Bakterien durch die anderen Zersetzungsprodukte zu erbringen, da deren qualitative Bestimmung in vielen Fällen schon schwierig, die quantitative aber meistens unmöglich ist. Es kann daher nicht bestritten werden, daß in den Säften der Diffusion bei Einhaltung der für die Bakterien günstigen Bedingungen größere Mengen Zucker zersetzt werden können, ohne daß man es bei oberflächlicher Untersuchung bemerkt.

Die hauptsächlichsten **Bedingungen für die Lebenstätigkeit der Mikroorganismen** sind nun aber geeignete Temperaturen und genügende Zeitdauer. Diese beiden Bedingungen sind bei dem modernen und aufmerksam geleiteten Zuckerfabrikbetrieb niemals vorhanden. Nur wenige Bakterien zeigen noch eine Lebenstätigkeit bei Temperaturen, die zwischen 60—70° liegen, und auch diese stellen ihre Wirksamkeit ein oder sterben ab, sobald die Temperaturen auf 75—80° steigen. Die Enzyme behalten ihre Wirkung allerdings auch noch bei diesen höheren Temperaturen, aber die Menge der in der Rübe selbst vorhandenen Enzyme ist nur sehr gering und durch die Mikrooganismen entstehen Enzyme nur, wenn sie eine lebhafte Tätigkeit äußern können.

In der Diffusion sind die Temperaturen nur im ersten und letzten Diffuseur, selten auch im vorletzten, unter 55—60°, alle übrigen haben mindestens 70°, die meisten 75—80°. Die Schnitzel und

Säfte haben daher am Anfang der Diffusion nur etwa 10 Minuten, am Ende 10—20 Minuten Temperaturen, die für die Entwickelung der Bakterien günstig sind. In dieser kurzen Zeit können die Mikroorganismen weder Enzyme bilden, noch merkliche Mengen Zucker zersetzen, um so weniger, als sie sich doch zunächst erst der neuen, ihnen bisher fremden Lösung und Umgebung anpassen müssen. Daß in den Rübenschnitzeln auf dem Wege von der Schnitzelmaschine bis in den Diffuseur Zucker zerstört werden soll, ist eine Behauptung, die zuweilen aufgestellt wird, die aber durch unzählige Versuche widerlegt ist; Schnitzel von gesunden Rüben halten sich bei gewöhnlicher Temperatur mehrere Stunden, ohne daß Zucker zersetzt wird.

Wenn in der Diffusion und bei der weiteren Verarbeitung in richtiger Weise, also mit hohen Temperaturen und schnellem Saftlauf gearbeitet wird, ist es unmöglich, daß nachweisbare Mengen Zucker, deren Höhe hundertstel Prozente auf Rüben erreichen, zerstört werden können.

Die nicht abzustreitende Möglichkeit, daß in Ausnahmefällen unter ungünstigen Arbeitsverhältnissen eine stärkere Tätigkeit der Bakterien eintreten kann, muß aber zu einer sorgfältigen Einhaltung der richtigen Arbeitsweise besonders anregen. Dann sind auch Konservierungsmittel, wie Carbolsäure, saure schwefligsaure Salze, Formalin usw. völlig entbehrlich, abgesehen davon, daß deren Wirkung sehr zweifelhaft ist oder die Kosten dafür zu hoch sind. Formalin soll außer der gährungshemmenden Wirkung auch noch durch Ausfällung von Eiweiß- und Pektinstoffen günstig einwirken; aber für solche Fällungen müßten Mengen angewendet werden, deren Kosten den Nutzen übersteigen würden. Bei Anwendung von Bisulfiten, von denen man etwa 1 Liter einer Lösung von 30° Bé auf 100 kg Rüben zusetzt, entsteht häufig Schwefelwasserstoff.

Für die Praxis ist die Frage nach der Schädlichkeit der Mikroorganismen in der Diffusion auch insofern als gelöst zu betrachten, als viele Versuche ergeben haben, daß bei normaler Durchführung der üblichen Diffusionsarbeit keine unbestimmbaren Zuckerverluste nachzuweisen sind. Der sämtliche in den Rüben eingeführte Zucker wird innerhalb der zulässigen, durch die Unvollkommenheit der Methoden zur Probenahme und zur Untersuchung bedingten Fehlergrenzen im Diffusionssaft und in den Abfällen wieder gefunden.

Abänderungen der üblichen Diffusionsarbeit sind mehrfach vorgeschlagen und versucht worden, ohne daß sie aber bisher größere Bedeutung oder dauernde Anwendung gefunden haben.

Besondere Beachtung verdienen die Bestrebungen, die **stetige Diffusion** in einem Gefäß auszuführen. Diese Bestrebungen sind allerdings schon so alt wie das Diffusionsverfahren selbst, aber bei den bisher praktisch versuchten Einrichtungen solcher stetigen Diffuseure wurden sehr dünne Säfte gewonnen und die Auslaugung war eine ungenügende und ungleichmäßige. Die meisten Vorschläge für diese Diffusionsmethode bestehen nur auf dem Papier. Wenn es gelingen sollte, durch eine andere Anordnung und Arbeitsweise die Übelstände zu beseitigen, so ist es zweifellos, daß die stetige Diffusion die übliche verdrängen wird, da die erstere viele Vorteile vor der letzteren hat. Eine stetig arbeitende Diffusion muß so eingerichtet sein, daß der Saft in gleichmäßigem, nicht unterbrochenem Strom den Schnitzeln, welche dem Ausgange zu bewegt werden, entgegen geführt wird. Infolgedessen würde es möglich sein, die sämtlichen Abwässer, welche bei der üblichen Diffusion ablaufen, wieder in die Diffusion zurückzuführen. Bei einer stetigen Diffusion würden also die Zuckerverluste verringert werden, alle Störungen, welche durch das Vorhandensein der Siebe in den einzelnen Gefäßen einer Batterie entstehen können, würden fortfallen und alle Nachteile würden vermieden werden, welche gerade die Diffusionsabwässer als die lästigsten vielen Fabriken verursachen.

Andere Versuche gingen dahin, die Saftströmung in den Diffuseuren nicht von oben nach unten, sondern wie beim Einmaischen von unten nach oben zu leiten, um eine Umkehrung des Saftstromes nach dem Aufmaischen zu vermeiden und um die Schnitzel schwimmend zu erhalten und dadurch das Verstopfen der unteren Siebe durch die auflagernden Schnitzel zu vermeiden. Aber die durch den Saftstrom nach oben gedrängten Schnitzel verstopfen die Löcher der oben angebrachten Siebe in gleicher Weise, wie sie die unteren Siebe bei der gewöhnlichen Arbeit verstopfen. Außerdem ist die Saftströmung von oben nach unten günstiger, um die dichteren Säfte durch die nachfolgenden dünneren ohne stärkere Vermischung zu verdrängen.

Um die Eiweißstoffe bereits in den Zellen zu koagulieren, sodaß sie nicht mehr in die Säfte übergehen, und um etwaige

Zersetzungen der Schnitzel an der Luft zu verhüten, hat man versucht, die Schnitzel bereits vor dem Eintritt in die Diffuseure durch Dampf oder heißen Saft auf hohe Temperaturen zu erwärmen. Es ist sogar vorgeschlagen, die Schnitzelmaschinen so zu bauen, daß die Rüben unter heiß gehaltenem Saft zerschnitten werden, sodaß die Schnitzel überhaupt nicht mit der Luft in Berührung kommen, wenn sie mit diesem Saft zugleich in die Diffuseure geschwemmt werden. Das Zerschneiden unter heißem Saft hat jedenfalls den Vorteil, daß sich die Rüben leichter zerschneiden lassen. Aber im übrigen muß bezweifelt werden, daß ein Erfolg mit diesen Arbeitsweisen erzielt werden kann. Eine Zersetzung der Rübenschnitzel an der Luft tritt in der kurzen Zeit, die sie bei der üblichen Arbeitsweise der Luft ausgesetzt sind, nicht ein, und das in der Wärme gewinnbare Eiweiß ist auch nicht schädlich, wenn es erst in den Säften gerinnt. Tatsächlich geht aber das Eiweiß in nicht merkbar größerer Menge in die Säfte ber, wenn die Schnitzel wie üblich erwärmt werden, als wenn sie lötzlich auf Temperaturen über 70° gebracht werden.

Ebenso wenig Erfolg darf man sich von dem Erhitzen der chnitzel mit Dampf oder mit Saft von 100° im frisch gefüllten)iffuseur versprechen. Bei diesem Verfahren muß man außerdem ˯efürchten, daß zeitweise ein Teil der Schnitzel verbrüht wird und dann das Drücken behindert. Dieser Übelstand wird vermieden, wenn man durch den frisch mit Schnitzeln gefüllten Diffuseur Saft von 75—80° von dem vorhergehenden Gefäß in der Weise strömen läßt, daß er mittels einer Pumpe mehrfach durch die Schnitzel und durch einen Vorwärmer geschickt wird. Hier, wie bei dem Einschwemmen der Schnitzel mit 75—80° warmem Saft liegt der Vorteil allein darin, daß die Schnitzel im Anfang heiß diffundiert werden. Die Auslaugung geht so etwas schneller vor sich und die abgezogenen Säfte werden konzentrierter. Auch der Betrieb wird in sofern einfacher, als die Anwärmung nur für den frischgefüllten Diffuseur stattfindet, die anderen Anwärmer aber überflüssig werden, besonders wenn man mit heißem Druckwasser arbeitet. Die Führung der Batterie wird jedoch wieder dadurch verwickelt, daß jedes Gefäß besondere Ventile und Leitungen für diesen Saftumlauf haben muß.

Auf die Tatsache, daß die in den Schnitzeln enthaltene Luft der schnellen Auslaugung hinderlich ist, gründet sich der Vorschlag, die frisch mit Schnitzeln gefüllten Gefäße luftleer zu pumpen und dann

erst mit Saft aufzumaischen. Der Vorteil dieser Arbeitsweise ist aber so gering, daß er die kostspielige Einrichtung und den verteuerten Betrieb nicht lohnt.

Um die Absüßwässer der Filterpressen, welche bei der Trockenscheidung keine Verwendung finden können, anzureichern, hat man mit Erfolg versucht, sie in die Diffusion zurückzuführen, und zwar stets in den Diffuseur, welcher einen Saft von ungefähr gleichem Zuckergehalt enthält. Bei diesem Verfahren braucht die Menge des abgezogenen Diffusionssaftes bei gleicher Auslaugung der Schnitzel nicht in demselben Maaße vermehrt zu werden, wie Absüßer eingeführt werden, sodaß also die Säfte merklich konzentrierter werden. Allgemein dürfte sich diese Rückführung in die Diffusionsbatterie aber wohl kaum einbürgern, da sie verstärkte Aufmerksamkeit und Kontrolle verlangt und eine neue Rohrleitung erforderlich macht und da schließlich die Vorteile doch nicht sehr groß sind; bei einer stetigen Diffusion dagegen würde sich diese Rückführung ebenso, wie die der Diffusionsabwässer sehr leicht anbringen lassen.

Störungen im Diffusionsbetriebe erfordern zuweilen eine abgeänderte Arbeitsweise. Solche Störungen können durch die Beschaffenheit der Rüben, durch Unaufmerksamkeit der Arbeiter oder durch einen Aufenthalt in der Fabrikation hervorgerufen werden.

Eine der schwierigsten Aufgaben ist die, gefrorene oder angefaulte Rüben oder solche Rüben, bei denen eine Gasentwickelung auftritt, in der Diffusion so zu verarbeiten, daß die Arbeit nicht zu sehr verlangsamt und die Auslaugung und Beschaffenheit der Säfte nicht zu schlecht wird.

Rüben, welche bei starkem und andauerndem Frost durch und durch gefroren sind, tauen in dem warmen Wasser der Schwemmen und Wäschen nicht auf. Man muß schon zufrieden sein, wenn der ihnen anhängende Schmutz so weit auftaut, daß er abgewaschen werden kann. In der Schnitzelmaschine lassen sich aus solchen Rüben gute Schnitzel nicht herstellen; die üblichen Messer versagen überhaupt ganz und man muß zu Fingermessern greifen, von denen die mit Dachrippenfingern den Vorzug vor denen mit glatten Fingern verdienen. Man erhält dann kurze Schnitzelstücke untermengt mit Mus, welche der Diffusionsarbeit an und für sich schon viele Schwierigkeiten bieten. Sehr häufig frieren die viel Eis

enthaltenden Schnitzel auch noch zu festen Klumpen zusammen, wenn sie mit dem warmen Saft aufgemaischt werden, und diese Klumpen tauen während der ganzen Diffusionsdauer nicht oder nur zum Teil auf. Beim Entleeren der Diffuseure finden sich neben normal ausgelaugten Schnitzeln noch die kaum oder garnicht ausgelaugten Schnitzel der zusammengefrorenen Klumpen vor. Um diesen Übelstand so viel wie möglich zu vermeiden, empfiehlt es sich vor und während des Einfüllens der gefrorenen Schnitzel von unten oder von oben genügend hoch angewärmten Saft eintreten zu lassen. Im übrigen muß man aber in den anderen Diffuseuren mit verhältnismäßig niedrigen Temperaturen arbeiten, da das Zellgewebe der Rüben durch den Frost bereits teilweise zerstört ist und die Schnitzel daher sehr leicht weich werden. Mit niedrigen Temperaturen müssen auch angefaulte oder schlecht aufbewahrte Rüben verarbeitet werden. Je nach der Menge der erfrorenen oder verdorbenen Rüben wird man daher die Temperaturen erniedrigen, um stets ein nicht zu schlechtes Drücken in der Diffusion zu haben.

Daß unter solchen Umständen, man mag sonst arbeiten wie man will, stets eine sehr ungleichmäßige Auslaugung der Schnitzel erzielt wird, ist wohl selbstverständlich. Von zwei Übeln muß man aber das kleinere wählen, und das kleinere Übel ist hier der höhere Zuckerverlust gegenüber der bei Anwendung höherer Temperaturen schließlich zum völligen Stillstande gelangenden Saftströmung, also der Unmöglichkeit, solche Rüben überhaupt zu verarbeiten. Der größere Zuckerverlust ist ferner auch das kleinere Übel gegenüber der Verschlechterung der Säfte, welche bei einer langsamen Arbeit mit hohen Temperaturen in hohem Maaße eintritt.

Die **Entwickelung von Gasen in der Diffusion** tritt bei der jetzt üblichen schnellen und heißen Arbeit seltener oder weniger störend auf, als früher bei der langsamen und kälteren Arbeit. Diese Erscheinung ist, wie oben bereits angeführt wurde, eine durch Bakterien hevorgerufene Gährung, die von der Entwickelung größerer Mengen Gase, besonders von Wasserstoff und Kohlensäure, begleitet wird. Sie zeigt sich in der Weise, daß eine starke Schaumbildung in den letzten Diffuseuren auftritt, deren Temperatur unter 60—65° sinkt. Über die Art der die Gährung hervorrufenden Mikroorganismen ist eine genügende Aufklärung noch nicht gegeben; es scheinen anaerobe Bakterien zu sein, da ihre Tätigkeit sich nur innerhalb der Gefäße

zeigt und sofort aufhört, wenn der Inhalt der Diffuseure entleert wird und mit der Luft in Berührung kommt. Sie scheinen aus der Ackererde zu stammen, da die Gasentwickelung häufig bei der Verarbeitung sehr schmutziger Rüben auftritt. Besondere Sorgfalt beim Waschen der Rüben und Verwendung von reinem Druckwasser dürften daher wirksame, vorbeugende Mittel sein. Höhere Temperaturen können diese Bakterien ohne Einbuße für ihre spätere Tätigkeit ertragen, da sie in den vorderen Diffuseuren auf 80—85° erhitzt werden. Ihr Temperatur-Optimum scheint bei 40—50° zu liegen.

Ist die Gasentwickelung in der Diffusionsbatterie in einer den Betrieb verlangsamenden Stärke vorhanden, so ist als wirksamstes Mittel das sofortige Absüßen der Diffusion zu empfehlen. Die Gase durch die Lufthähne oder durch Entluftungsapparate zu entfernen, ist nicht oder nur unvollkommen möglich, da die Gase sich nur zum Teil oben in den Gefäßen ansammeln, während der größere Teil in Bläschen zwischen den Schnitzeln an den Stellen bleibt, wo sie entstanden sind. Der ganze Inhalt der letzten Diffuseure ist daher schaumig und verlangsamt den Saftstrom in starkem Maaße. Je langsamer der Strom ist, desto länger dauert die Diffusion und desto mehr Gas entwickelt sich, sodaß der Saftstrom schließlich ganz zum Stillstande kommt. Süßt man aber die Diffusionsbatterie ab und spült die Gefäße gut aus, so tritt die lästige Erscheinung häufig nicht mehr oder nur in geringem Grade auf, wenn man möglichst heiß, auch in den letzten Gefäßen, und schnell, unter Vermeidung jedes Stillstandes im Saftstrom und mit verkürzter Batterie arbeitet. Der mit dieser Arbeitsweise verknüpfte größere Zuckerverlust in den ausgelaugten Schnitzeln wird auch in diesen Fällen reichlich durch die schnellere Arbeit und den Gewinn besserer Säfte aufgewogen, abgesehen davon, daß die Auslaugung in den schaumigen Diffuseuren meistens trotz der langsamen Arbeit eine sehr schlechte ist. Nebenbei sei auf die Explosionsgefahr, welche durch offenes Licht beim Öffnen der Diffuseure eintreten kann, aufmerksam gemacht und auch darauf, daß bei dem Öffnen der unteren Mannlochtüren vorsichtig verfahren werden muß, weil in den Gefäßen gewöhnlich ein starker Druck enthalten ist.

Eine, dieser Gasentwickelung äußerlich ähnliche Erscheinung tritt zuweilen auf, wenn die Rüben sehr viel Binnenluft enthalten, die nicht sofort beim Aufmaischen des frisch gefüllten Diffuseurs

entweichen kann. Diese Gase sind dann aber kohlensäurehaltig und entstehen nicht während der Diffusionsarbeit, sondern sind in den Rüben bereits enthalten und können ihrer geringen Menge wegen zu größeren Störungen nicht führen. Hier genügt es, wenn die sich allmählich im oberen Teil der Diffuseure ansammelnde Luft durch die Lufthähne oder Entluftungsapparate entfernt wird.

Stark verlangsamt und infolge schlechter Schnitzel auch verschlechtert kann die Diffusionsarbeit bei der Verarbeitung von **Schoß- oder Samen-Rüben** werden. Diese Rüben haben, besonders wenn sie frühzeitig Samenstengel getrieben haben, ein stark verholztes Gewebe, welches die Schnitzelmesser stumpf macht oder mit Fasern verstopft. Wenn die Landwirte nicht angehalten werden können, diese Rüben bei der Ernte auszuwerfen, so ist keine andere Hilfe möglich, als häufiges Wechseln der Messer und Anwendung von Koenigsfelder oder Finger-Messern neben ausgefrästen Vorlagen. Gewöhnlich hat man mit solchen Rüben nur bei Beginn der Kampagne zu tun, wenn die am frühesten gesäeten Rüben angeliefert werden, da die Ursache des Auftretens von Schoßrüben hauptsächlich auf eine längere Wachstumsdauer bei starker oder einseitiger Düngung und auf Wachstumstörungen durch Nachtfröste, unterbrochenen Aufgang usw. während der ersten Entwickelung zurückzuführen ist, denen die später gesäeten Rüben weniger unterworfen sind.

Unangenehme Störungen und Verschlechterung der Arbeit der Diffusion können entstehen, wenn im sonstigen Betriebe ein **längerer Stillstand** eintritt. Wird dieser Stillstand durch mangelnde Rübenzufuhr (Störungen im Rübenwaschhaus oder an der Schnitzelmaschine) veranlaßt, so tut man gut, mindestens jede halbe Stunde einen Meßkasten voll Saft abzudrücken und entsprechend die letzten Diffuseure auszuschalten, um die Säfte in langsamer Bewegung zu halten und um nicht zu viele Nichtzuckerstoffe aus den ausgelaugten Schnitzeln aufzulösen. Dieses Mittel ist nicht anwendbar, wenn die Störungen im nachfolgenden Betriebe stattfinden, und eine Verschlechterung der Säfte ist die unausbleibliche Folge.

Diese Verschlechterung äußert sich dann am unangenehmsten, wenn die Verlangsamung des Betriebes durch schlecht laufende Filterpressen verursacht wird, weil eine der hauptsächlichsten Ursachen des langsamen Filtrierens, besonders bei der Verarbeitung unreifer und stark mit Stickstoff gedüngter Rüben, die Gegenwart von Pektinstoffen

oder ähnlichen, sich bei der Scheidung schleimig ausscheidenden Stoffen ist, deren Menge im Diffusionssafte zunimmt, wenn die Diffusionsdauer länger wird. In solchen Fällen erniedrigt man zweckmäßig die Temperaturen in der Diffusion so weit, wie es mit Rücksicht auf eine genügende Auslaugung zulässig erscheint, wenn möglich auf 68—70° in den heißesten Gefäßen. Meistens erzielt man mit dieser Aushilfe besser laufende Schlammpressen und eine schnellere Arbeit.

Bei Betriebstörungen, die voraussichtlich länger als eine Schicht dauern, sollte man die Batterie sofort absüßen, um nach Behebung der Störung die Arbeit ganz neu zu beginnen. Bei gesunden und guten Rüben soll aber ein zwölfstündiger Stillstand der Batterie, wenn man die Temperaturen erniedrigt, nicht besonders schädlich sein. Manche Fabriken süßen daher die Batterie auch nicht des Sonntags ab, sondern lassen sie nach Abzug der dichteren Säfte stehen, um mit den dünneren Säften des Abends die Arbeit neu zu beginnen. Zu empfehlen ist diese Arbeitsweise aber nicht, da die Säfte immerhin sich verschlechtern. Nutzen hat sie auch keinen, weil der einzige Grund für das Stehenlassen eine Ersparnis an Kohlen sein könnte, diese aber nicht eintritt, weil der Maschinenabdampf ohnehin für die Verdampfung vorhanden ist und sonst nutzlos verloren geht.

Unaufmerksamkeit und Nachlässigkeit der Batterieführer bilden ebenfalls Anlaß zu unangenehmen Vorkommnissen. Wenn die vorgeschriebenen Temperaturen nicht eingehalten, schlechte Schnitzel in die Diffuseure gefüllt oder ungenügende Mengen Saft abgezogen werden, so ist schlechtes Drücken oder ungenügende Entzuckerung der ausgelaugten Schnitzel die Folge dieser Fehler. Bemerkt man rechtzeitig zu hohe Temperaturen in der Batterie, so ist es von Nutzen, etwas kaltes Wasser in die überhitzten Diffuseure einzulassen und möglichst schnell weiter zu drücken, damit die hohen Temperaturen nur kurze Zeit auf die Schnitzel einwirken. Ist aber bereits eine Verlangsamung des Saftstromes als Folge der Überhitzung eingetreten, so hilft das häufig angewendete Mittel der Verkürzung der Batterie nur dann, wenn man weiß, daß das Gefäß, welches die Ursache des schlechten Druckes ist, nahe dem letzten Diffuseur steht; wenn man das nicht weiß, so vergrößert man den Schaden noch durch Vergrößerung der Verluste in den ausgelaugten Rückständen.

Wenn das schlechte Drücken in der Diffusionsbatterie dadurch entstanden ist, daß die auf dem Siebe aufliegenden Schnitzel durch

zu hohe Temperaturen des Saftes weich geworden sind, sich daher zu fest auf das Sieb legen und die Löcher verstopfen, so kann man häufig eine wesentliche Verbesserung der Saftströmung dadurch herbeiführen, daß man den Saftstrom kurze Zeit rückwärts gehen läßt. Zu diesem Zweck schließt man das Wasserventil am letzten Diffuseur und öffnet das Übersteigventil nach dem soeben entleerten. Gleichzeitig wird das Wasserventil am frisch aufgemaischten Gefäß geöffnet und nun drückt das Wasser den Saft in allen Diffuseuren unter die Siebe, deren Löcher dadurch von den sie verstopfenden Schnitzeln befreit werden. Wird der Saftstrom dann wieder normal geleitet, so legen sich die Schnitzel nicht mehr so dicht auf die Löcher und es tritt meistens ein sehr viel besseres Drücken ein.

Undichte Ventile sind zuweilen auch die Veranlassung eines unregelmäßigen Diffusionsbetriebes. Schließt ein Wasserventil nicht ganz dicht, so tritt fortwährend neben dem übersteigenden Saft Wasser in den Diffuseur und die Folge ist eine Verdünnung des Saftes und eine verschlechterte Auslaugung. Ist ein Saftventil undicht, so tritt ebenfalls dünnerer Saft zu dem abgezogenen Diffusionssaft. Der Batterieführer hat sich daher bei jedem entleerten Diffuseur zu überzeugen, daß alle Ventile dicht sind, daß also aus dem oberen, in den Diffuseur mündenden Rohr weder Wasser noch Saft ausfließt. Bei Verwendung guter Ventilliderungen von Gummi oder Vulkanfiber und bei guter Befestigung der Kegel auf der Stange kommen solche Undichtigkeiten aber sehr selten vor.

Auf jeden Fall ist eine **ständige chemische Überwachung** der Diffusionsarbeit bei Tag und Nacht eine unbedingte Notwendigkeit. Schon das Bewußtsein, welches die Arbeiter dann haben, daß jeder Fehler bemerkt werden wird, bringt sie zu einer aufmerksamen Leitung der Batterie.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Inbetriebsetzung und das Absüßen der Batterie. Um **die Batterie in Betrieb zu setzen,** füllt man drei Gefäße mit heißem Wasser, welches man entweder in der Batterie selbst durch Überströmen von einem Gefäß zum anderen und Anwärmen in den Anwärmern herstellt oder als heißes Wasser (Kondensationswasser, Brüdenwasser) dem Betriebe entnimmt. Die Temperatur dieses Wassers soll 70° im allgemeinen nicht überschreiten, weil sonst die frischen Schnitzel leicht im Anfang verbrüht werden und daher schlechtes Drücken eintritt. Häufig macht man die Schnitzel

bei Beginn der Arbeit auch etwas dicker, als gewöhnlich, um dadurch schlechtes Drücken in der ersten Zeit zu vermeiden. Mit dem heißen Wasser füllt man nach einander 4—5 Diffuseure auf, indem man selbstverständlich die Säfte zwischen diesen auf die richtige Temperatur bringt. Dann erst zieht man den ersten Saft nach dem Meßgefäß ab und meistens von den ersten beiden Diffuseuren je ein halbes Meßgefäß voll. Wenn dann die übliche Zahl der Diffuseure mit Schnitzeln gefüllt und in Betrieb ist, ist der regelmäßige Gang der Batterie erreicht, die Temperaturen müssen die vorgeschriebenen sein und die letzten Gefäße werden in regelmäßiger Reihenfolge ausgeschaltet und entleert. Die ausgelaugten Schnitzel der ersten Diffuseure sind natürlich stets sehr gut ausgelaugt, meistens enthalten sie nur noch Spuren von Zucker. Der zuerst abgezogene Saft ist ziemlich dünn und erreicht erst nach Abzug von 6—7 Meßgefäßen seine normale Dichte.

Das **Absüßen der Batterie** wird in der Weise vorgenommen, daß ein Gefäß nach dem anderen ausgeschaltet wird, nachdem von jedem 2 Meßgefäße voll Saft in Pausen abgedrückt sind. Schließlich läßt man 4 Gefäße mit einander verbunden und drückt so lange Saft ab, bis der abgedrückte Saft nur noch 0,3—0,5 Prozent Zucker enthält. Bei schlechten Rüben empfiehlt es sich die Grenze höher zu setzen und nur bis zu einem Gehalt des Saftes von etwa $^1/_2$—$^3/_4$ Prozent abzusüßen. Dann sind die Schnitzel, auch des letzten Diffuseurs genügend ausgelaugt, und wenn ihr Zuckergehalt auch etwas höher ist, als während der normalen Arbeit, so kommt dieser geringe Verlust nicht in Betracht gegenüber der Verschlechterung der Säfte. Die letzten Absüßer haben nämlich stets eine von der Beschaffenheit der sonstigen Säfte abweichende Zusammensetzung. Ihre Reinheit sinkt sehr stark und auch nach der Scheidung bleiben sie sehr unrein; sie enthalten besonders viele organische Nichtzuckerstoffe, welche bei der Scheidung teilweise Kalksalze bilden und die weitere Verarbeitung, besonders das Verkochen des letzten Wochensudes erschweren können.

Die **ausgelaugten Schnitzel** werden durch das seitliche oder untere Mannloch entleert. Damit diese Entleerung schnell und vollständig geschieht, sind einige Vorsichtsmaßregeln zu beachten. Zunächst ist durch Öffnen des oberen Lufthahnes der Druck im Diffuseur zu vermindern, dann erst darf das untere Mannloch vorsichtig losgeschraubt werden. Hört das Spritzen auf, so ist die untere Mannlochtür schnell zu öffnen und sofort nachher auch der

obere Mannlochdeckel. Der Inhalt des Diffuseurs ergießt sich in starkem Strom in die Schnitzelschwemmrinne, welche weit und tief genug sein muß, um die Massen aufzunehmen. Diffuseure mit unterer Entleerung entleeren sich auf diese Weise gänzlich, sodaß sie nur mit wenig Wasser ausgespritzt zu werden brauchen. In den Gefäßen mit seitlicher Entleerung bleibt ein mehr oder weniger großer Teil der Schnitzel in der dem Mannloch gegenüberliegenden Ecke liegen, jedoch kann man diese Menge sehr verringern, wenn man von oben oder besser unten über dem Sieb Wasser eintreten läßt, oder indem man durch das Übersteigrohr von dem unter Wasserdruck stehenden Diffuseur Wasser unter das Sieb treten läßt. Zu beachten ist, daß bei dieser letztern Entleerungsweise die Siebe sorgfältig befestigt sein müssen, damit sie sich nicht verbiegen.

Die **Schnitzelschwemme** hat fast überall die früher üblichen Transporteure oder Schnecken verdrängt. Sie ist, ebenso wie die Rübenschwemme für die Rüben, die einfachste Transportvorrichtung für die Schnitzel in horizontaler Richtung. Alle Regeln, welche für die Rübenschwemme gültig sind, gelten auch für die Schnitzelschwemme, so besonders die Vorschrift, daß Aufstauungen an der Hebevorrichtung vermieden werden müssen. Da die Rinnen stets eine große Breite und Tiefe haben, so ist ein starkes Gefälle nicht nötig, es genügt ein solches von 50 mm. Im übrigen richten sich die Dimensionen der Rinne nur nach dem Inhalte der Diffuseure; man macht sie um so breiter und tiefer, je größer die Diffuseure sind, damit deren Inhalt, der sich plötzlich in die Rinne ergießt, darin auch Platz findet.

Obwohl die Schnitzel mit einer großen Menge Wasser, welches mehr als ihr eigenes Gewicht beträgt, aus dem Diffuseur herausschießen, ist es bei geringem Gefälle zweckmäßig, Wasser in den höchst gelegenen Teil der Rinne einzuführen, und zwar am besten das Ablaufwasser, welches von den Schnitzeln durch Siebe getrennt und durch eine Pumpe zurückgepumpt wird. Dadurch wird ein gleichmäßigeres Treiben der Schnitzelmasse erreicht, und die Hebevorrichtungen arbeiten infolgedessen gleichmäßiger und besser.

Nur in solchen Fabriken, die infolge von Wassermangel die letzten Diffuseure mit Luft abdrücken, ist eine Schnitzelschwemme nicht brauchbar. Hier muß man bei der Verwendung von Gurttransporteuren oder Schnecken bleiben.

Eine andere Art der Entleerung der Diffuseure, welche gleichzeitig mit dem Heben der Schnitzel verbunden ist, beruht auf der **Verwendung von Druckluft,** welche unten in den geschlossenen Diffuseur eintritt. Dadurch wird die ganze Schnitzelmasse aufgerührt, sodaß sie sich nicht auf das untere Sieb festsetzt. Öffnet man gleichzeitig ein unten angebrachtes größeres Schieberventil, nachdem der Druck eine genügende Höhe erreicht hat, so wird der ganze Diffuseurinhalt durch dieses Ventil und durch die sich anschließende Rohrleitung nach der Schnitzelpreßstation gedrückt.

Zum Heben der Schnitzel, welche in die Schwemmen entleert sind, dienen die **Schnitzelbagger.** Bei diesen zeigen sich zuweilen insofern Schwierigkeiten, als die Becher des Baggers sich nur ungenügend mit Schnitzel füllen. Dieser Übelstand tritt stets da auf, wo die Grube, aus welcher der Bagger schöpft, zu groß ist und wo das Wasser zu schnell und zu tief abfließt. Der Fehler kann sofort beseitigt werden, wenn man den Wasserabfluß erhöht und die Grube verkleinert oder noch besser, wenn die Schnitzelschwemmrinne direkt bis vor den Bagger geführt wird, sodaß der ganze Inhalt infolge des Druckes der nachfolgenden Schichten sich in die Becher ergießen muß. Allerdings wird der Bagger dann bei dem jedesmaligen Entleeren eines Diffuseurs stark belastet, während er in der Zwischenzeit beinahe leer arbeitet. Will man daher die Vorteile einer großen Grube bezüglich der gleichmäßigen Verteilung der Schnitzelzuführung beibehalten, so bringt man vor dem Bagger eine horizontal liegende Axe mit Armen an, welche so gedreht wird, daß die Arme auf der unteren Seite die Schnitzel nach den Bechern des Baggers drücken.

Außer dem Schnitzelbagger sind zum Heben der nassen Schnitzel und gleichzeitig zum schwachen Auspressen derselben Preßschnecken in Gebrauch, welche sich als Hebevorrichtung gut bewährt haben, aber als Preßvorrichtung nicht genügen, wenn trockene Rückstände verlangt werden. Ähnlich wirken Schnitzelpumpen mit gelochtem Druckrohr.

Aus den Hebevorrichtungen gelangen die Schnitzel in die **Verteilungsvorrichtung** über den Schnitzelpressen. Da die Pressen nur dann gut und tadellos arbeiten, wenn sie stets mit Schnitzeln gefüllt sind, so ist eine gleichmäßige und fortwährende Zuführung der Schnitzel durchaus notwendig. Man stellt die Pressen, gleichgiltig welche Konstruktion sie haben, in einer Reihe auf und führt die

Schnitzel durch eine Schnecke oder einen Rechentransporteur über alle hinweg. Da die Transportvorrichtung durch einen Trichter mit jeder Presse verbunden ist, so werden die Pressen stets voll gehalten, soweit sie überhaupt zur Bewältigung der Schnitzelmenge nötig sind, und nur die Presse, welche mit dem Rest der Schnitzel, also unregelmäßig gefüllt wird, arbeitet zeitweise weniger gut. Wenn die Lage der Preßstation es zuläßt, ist es sehr zu empfehlen, hinter der letzter Presse von der Zuführungschnecke einen Rücklauf der zuviel geförderten Schnitzel nach dem Baggerloch anzubringen. Es ist dann nicht nötig, dem Gange der Schnecke und der Zuführung überhaupt besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da sich alles von selbst regelt.

Die **Schnitzelpressen** sind von sehr verschiedenartiger Bauart. Je nachdem man eine starke oder schwächere Abpressung wünscht, wird man die Auswahl zu treffen haben. Für stärkere Pressungen eignen sich die mit Siebmantel und Preßspindeln versehenen Pressen. Besonderer Wert ist bei allen auf starke und fein gelochte Siebbleche zu legen und auf eine sichere und schnelle Abführung des abgepreßten Wassers, damit dieses an keiner Stelle mehr in die abgepreßten Schnitzel gelangen kann. Je dünner die Schicht der Preßlinge an der Stelle der stärksten Pressung ist, desto mehr Wasser wird ausgepreßt.

Bei allen Schnitzelpressen hat man mit einem gewissen Verlust an Schnitzeln zu rechnen, da kleine Stücke derselben durch die Siebe hindurchgedrückt werden. Um zu vermeiden, daß diese Schnizelstücke verloren gehen, führt man das Preßwasser in die Schnitzelschwemmen zurück, sodaß die Schnitzelstücke mit den Schnitzeln zusammen wieder den Pressen zugeführt werden. Wenn man aber möglichst alle Schnitzelteilchen auffangen will, so muß das Ablauf- und Preßwasser auf einen **Pülpefänger** mit sehr feinen Schlitzen oder Löchern geleitet werden. Die durch Bürsten oder Schaber fortwährend von dem Siebe entfernten Schnitzelreste werden entweder den Rückständen direkt zugeführt oder in besonderen Pülpepressen ausgepreßt.

Über den **Wert einer starken Auspressung** der Schnitzel sind die Ansichten verschieden. Es ist eine Tatsache, daß um so mehr wertvolle Bestandteile in das Preßwasser übergehen, also verloren sind, je stärker die Schnitzel gepreßt und beim Pressen zerkleinert und zerdrückt werden, und diese Verluste steigern sich besonders, wenn die Schnitzel nicht stark ausgelaugt sind. Für die direkte Fütterung im frischen Zustande oder für das Einsäuern muß daher eine zu starke

Pressung vermieden werden; in diesem Falle ist eine Auspressung auf einen Trockensubstanzgehalt von etwa 10 Prozent die richtigste.

Sollen dagegen die gepreßten Rückstände getrocknet werden, so muß die Erspamis an Brennmaterial gegenüber dem größeren Verlust an Nährstoffen berücksichtigt werden. Bei teueren Kohlenpreisen ist daher das Bestreben gerechtfertigt, für die Schnitzeltrocknung die Schnitzel auf einen möglichst hohen Trockensubstanzgehalt abzupressen, da die Nährstoffverluste dabei weniger kostspielig sind, als der vergrößerte Kohlenverbrauch bei nassen Schnitzeln.

Auf den Trockensubstanzgehalt der Schnitzel nach dem Pressen hat aber nicht nur die Konstruktion der Pressen, sondern auch die Beschaffenheit der Schnitzel und die Arbeitsweise in der Diffusion einen sehr wesentlichen Einfluß. Dünne und volle Schnitzel lassen sich besser auspressen, als dicke oder hohle, und warm oder heiß in die Schnitzelpresse gebrachte besser, als kalte. Dagegen lassen sich Schnitzel, welche in der Diffusion lange sehr heiß gehalten sind, schlechter auspressen als solche, die bei schnellerer oder weniger heißer Arbeit gewonnen sind. Der Grund ist darin zu suchen, daß in stark erwärmten oder überhitzten Schnitzeln das Zellgewebe nach einiger Zeit stark aufquillt. Mit Recht wird empfohlen, in der Diffusion mit warmem oder heißem Druckwasser zu arbeiten und die Schnitzel heiß auszupacken und abzupressen, wenn eine Schnitzeltrocknung vorhanden ist. Wo man aus irgend welchen Gründen nicht die Schnitzel heiß entleeren kann, ist als Aushilfe empfohlen worden, den Schnitzeln kurz vor den Pressen oder in deren oberen Teil heißes Brüdenwasser zuzusetzen oder sie dort mit Dampf zu erwärmen. Diese Behandlung, die die Preßbarkeit erhöht, ist aber trotzdem nur als Notbehelf zu betrachten, da mit der vermehrten Menge Preßwasser und infolge der günstigen Auslaugetemperaturen viel mehr wertvolle Nährstoffe fortlaufen. Aus gleichen Gründen ist ein Kalkzusatz zu den Schnitzeln, der ebenfalls die Preßbarkeit erhöht, zu verwerfen, da er außerdem auch die Bekömmlichkeit des Futters herabsetzt. Die heiße Pressung ist dort zu verwerfen, wo die Rückstände eingesäuert werden sollen, weil, abgesehen von den Nährstoffverlusten infolge der starken Pressung, diese heißen Rückstände sehr schnell, schon nach wenigen Stunden in Gährung übergehen und sich in den Gruben viel schlechter halten, als die viel langsamer und normal gährenden Schnitzel, welche kalt abgepreßt sind.

B. Die Diffusion, verbunden mit Pressung und mit Gewinnung der Abwässer.

Da bei der üblichen Diffusionsarbeit ziemlich große Mengen Zucker in den Abwässern verloren gehen, so ist es begreiflich, daß man bereits bei der Einführung der Diffusion Versuche gemacht hat, … durch Rückführung der Abwässer zu gewinnen. …her vielfache Übelstände; man fand ferner, daß …r Abwässer der Zuckergehalt der ausgelaugten …wurde, daß ein Mehrgewinn an Zucker im Saft …ug nicht eintreten konnte, und daher gab man bald wieder auf.

Neue Anregung zur **Gewinnung** der **Abwässer** gab erst die neuerdings immer schwieriger werdende Frage der Beseitigung dieser Abwässer und die Herstellung von Trockenfutter. Werden die Diffusionsabwässer als Druckwasser benutzt, so beseitigt man sie auf die einfachste und natürlichste Weise und spart außerdem noch wesentlich an frischem Wasser. Direkten Gewinn bringt diese Verwendung der Abwässer aber erst dann, wenn die Rückstände getrocknet werden; in den getrockneten Schnitzeln findet sich nicht nur der sämtliche Zucker wieder, der sonst in den Abwässern verloren ging, sondern auch deren gesamter Gehalt an Nichtzucker, welcher aus leicht verdaulichen Stoffen besteht. Nur durch die Trocknung werden diese Stoffe haltbar gemacht, während sie beim Einsäuern der Rückstände in Säuren und andere Stoffe übergehen, die wenig oder keinen Nährwert haben. Solche gesäuerten Rückstände geben daher kein größeres Gewicht und haben auch keinen höheren Nährwert, als die bei der üblichen Diffusion gewonnenen und eingesäuerten Rückstände, wogegen bei der Arbeit mit Rückführung der Abwässer wesentlich mehr und gehaltvollere Trockenschnitzel gewonnen werden, als bei der üblichen Diffusion mit Trocknung der Preßlinge.

Die Rückführung der Abwässer gestattet ferner eine größere Mannigfaltigkeit in der Ausführung der Saftgewinnung. Da hierbei jeder Verlust an Zucker oder überhaupt an Trockensubstanz völlig ausgeschlossen ist, so ist man nicht gebunden, in der Batterie soweit auszulaugen, wie bei der üblichen Diffusion, sondern man kann und wird einen mehr oder weniger großen Teil der Saftgewinnung in die Preßstationen verlegen, die man entweder nur zum Schlusse der Diffusion oder auch während derselben anwendet. Je stärker man

zum Schluß auspreßt, desto zuckerreicher kann man die Schnitzel dem Diffusionsprozeß entziehen, ohne deshalb weniger Zucker im Saft zu gewinnen. Die Pressung wird daher ein wesentlicher Teil der Saftgewinnung; je nachdem man mehr Verkaufzucker oder mehr gehaltvolles Trockenfutter erzielen will, wird man mehr die Diffusion oder mehr die Pressung anwenden.

Die einfachste Art der Rückführung der Abwässer ist die **Rückführung unter Verwendung der üblichen Diffusionsbatterie.** Hierbei können aber Übelstände auftreten, die durch besondere Einrichtungen behoben werden müssen. Diese Übelstände sind schlechtes Drücken, Schäumen der Abwässer und Gährungserscheinungen in diesen und in der Batterie.

Die **Ursache des schlechten Drückens** sind die feinen Schnitzelteilchen, welche sich teils beim Zerschneiden der Rüben bilden, teils erst beim Abpressen der ausgelaugten Schnitzel entstehen. Die gröberen Teile kann man durch Pülpefänger entfernen, die feinen gehen aber durch die Löcher oder Schlitze der Siebe hindurch. Ihre Menge ist anfangs sehr gering und dann auch unschädlich. Im Verlaufe der Arbeit sammeln sie sich in immer größer werdender Menge an, da ja keine Abwässer weggelassen werden, und bilden auf den Schnitzeln des jedesmal letzten Diffuseurs, die wie ein Filter wirken, eine immer dickere und undurchlässiger werdende Schicht, die den Saftstrom stark behindert und schließlich ganz aufhebt. Abhilfe ist auf einfache Weise durch zeitweise Ausschaltung eines Teiles der Abwässer und Klären dieses durch Absetzen zu erreichen. Man läßt entweder in regelmäßigen Zeitabständen die Ablaufwässer eines Diffuseurs mit allen darin enthaltenen Pülpeteilchen, also denjenigen, die sich auf den Schnitzeln nach und nach angesammelt haben, in einen besonderen Kasten laufen oder scheidet stetig einen Teil der Abwässer aus. Letzteres wird zweckmäßig so ausgeführt, daß man die Abwässer in langsamerem Strom durch einen Kasten fließen läßt, in welchem sich die feine Pülpe zum Teil zu Boden senkt, von wo sie mit dem sie umgebenden Abwasser abgepumpt und nach dem Klärkasten gedrückt wird, während die Hauptmenge des Abwassers, in welchem nur noch wenig Pülpe enthalten ist, unmittelbar wieder in die Diffusion gelangt.

Der ausgeschiedene Teil des Abwassers wird durch Absetzen geklärt; das geklärte Wasser fließt zur Diffusionsdruckpumpe, während die Pülpe schließlich als dicker Brei abgelassen wird und durch

Abpressen oder Trocknen in verwertbarer Form gewonnen werden kann. Die Abwässer bleiben bei dieser Arbeitsweise zum größten Teil nur wenige Minuten außerhalb der Diffusionsbatterie und können daher keine schädlichen Veränderungen erfahren, wie es der Fall sein würde, wenn das gesamte Abwasser durch Absetzen geklärt werden sollte. Die verhältnismäßig geringe Menge Abwasser (etwa 10 v. H.), die zur Klärung etwa $^1/_2$—1 Stunde außerhalb der Batterie bleibt, kann leicht vor schädlichen Zersetzungen geschützt werden, indem man sie während dieser Zeit auf geeignet hohen Temperaturen hält.

Aber auch die anderen, unmittelbar zurückgeführten Abwässer hält man zweckmäßig auf Temperaturen von mindestens 50—60^0, indem man in dem letzten Gefäß mit diesen Temperaturen arbeitet und die Abwässer vor ihrer Rückführung in besonderen Vorwärmern auf diese Temperaturen anwärmt. Gährungserscheinungen und die bei kalten Abwässern leicht auftretende Bildung von starkem Schaum sind dann ausgeschlossen.

Die Frage, ob es besser ist, das Ablaufwasser und Preßwasser mit einander und dem nötigen frischen Wasser **gemischt** zurückzuführen oder **nach ihrem Zuckergehalt getrennt**, ist von ver- [illegible] -g. Die Menge Zucker, welche [illegible] nen will, richtet sich nur nach dem Saftabzug und der Dichte des Saftes und diese hängt bei gleichem Saftabzug von denselben Bedingungen ab, wie bei der gewöhnlichen Diffusion, nämlich von der Länge der Batterie und der Wahl der richtigen Temperaturen, abgesehen von der Beschaffenheit und Dicke der Schnitzel. Selbst wenn also bei getrennter Rückführung der Abwässer, in der Reihenfolge: Preßwasser, Ablaufwasser, frisches Wasser, ein geringerer Zuckergehalt der Preßlinge unter sonst gleichen Verhältnissen erzielt werden sollte, wie bei der Rückführung der gemischten Wässer, so würde man nur die Batterie um ein Gefäß zu verlängern brauchen, um eine gleiche Auslaugung bei letzterer Arbeitsweise zu erreichen. Aus theoretischen Gründen, die sich aus der Betrachtung der Saftfolge im letzten Diffuseur ergeben, ist es aber unwahrscheinlich, daß die Preßlinge bei getrennter Rückführung der Abwässer einen niedrigeren Zuckergehalt haben, als bei der Verwendung der gemischten Wässer.

Die Arbeit mit den gemischten Abwässern ist einfacher und für das Absetzen der Pülpe vorteilhafter. Für die gesamten

Abwässer ist nur ein Pülpefänger und nur eine Klärstation notwendig. Bei der getrennten Rückführung müssen dagegen für jedes Abwasser besondere Sammelgefäße, Pülpefänger und Klärstationen vorhanden sein und es müssen selbsttätig arbeitende Vorrichtungen angebracht werden, um die Wässer in der richtigen Reihenfolge und Menge in die Batterie zu führen.

Bei beiden Arbeitsweisen kann man innerhalb der natürlichen Grenzen einen beliebig hohen Prozentsatz von dem in den Rüben enthaltenen Zucker im Saft gewinnen oder in den Preßlingen lassen. Es ist klar, daß die umlaufenden Abwässer erheblich mehr Zucker auch bei normalem Saftabzug und Zuckergewinn im Saft haben müssen, als bei der üblichen Diffusion. Im Durchschnitt enthalten die Abwässer 5—6 mal soviel Zucker bei der Arbeit mit Rückführung, als bei der üblichen Arbeit, und die Preßlinge enthalten den sämtlichen Zucker, der sonst in den Preßlingen und Abwässern verloren geht.

Bei normaler, der üblichen in Bezug auf die Verluste entsprechenden Arbeit, haben die gemischten Abwässer etwa 0,6—0,8 % Zucker und die Preßlinge je nach der Pressung 1—1,5 %. Der verhältnismäßig hohe Gehalt der Abwässer, der sie zu dünnen Zuckersäften macht, läßt erkennen, daß eine Arbeit mit nur teilweiser Rückführung der Abwässer keinen Zweck hat, da in den weglaufenden Wässern ebenso viel Zucker verloren gehen würde wie sonst. Entweder müssen unbedingt alle Abwässer zurückgeführt werden oder man bleibt besser bei der üblichen Diffusion, da diese durch teilweise Zuckergewinnung nur komplizierter gemacht wird, ohne daß ein wirtschaftlicher Erfolg erzielt wird.

Durch Verringerung der Zahl der Gefäße und des Saftabzuges wird der Zuckergehalt der Preßlinge erhöht und die Saftgewinnung immer mehr in die Preßstation verlegt. Man kann auf diese Weise ungefähr 2—3 % Zucker vom Gewicht der Rüben in den Preßlingen, also in den Trockenschnitzeln gewinnen und bei Einhaltung gleicher Arbeitsweise ein gleichmäßig zuckerhaltiges Produkt erhalten.

Außer dem Zucker bleiben natürlich auch Nichtzuckerstoffe in größerer Menge in den Preßlingen. Bei der Arbeit mit normalem Saftabzug werden etwas weniger Nichtzuckerstoffe aus den Rüben aufgelöst, als bei der üblichen Diffusion, da bei letzterer zum Schluß mit Wasser, bei der Rückführung der Abwässer mit ziemlich zuckerhaltigen Säften ausgelaugt wird, die weniger Nichtzucker lösen als

Wasser. Die bei Rückführung der Abwässer erhaltenen Diffusionssäfte sind daher stets etwas, wenn auch nur wenig, reiner, und die Preßlinge enthalten nicht nur die sonst in den Abwässern und Preßlingen verloren gehenden Nichtzuckermengen, sondern außer diesen noch eine weitere kleine Menge, die ungelöst geblieben ist.

Die umlaufenden Abwässer zeigen stets eine saure Reaktion, welche von den aus der Zellsubstanz, besonders aus der feinen Pülpe, aufgelösten Säuren herstammt. Die Höhe des Säuregehaltes hängt von der Beschaffenheit der Rüben, der Dauer des Aufenthaltes außerhalb der Batterie und der Temperatur ab. Bei richtiger Arbeit nimmt der Säuregehalt nicht zu, sondern wechselt nur innerhalb enger Grenzen. Er hat auf den Gang der Diffusionsarbeit und die Güte der Säfte keinen Einfluß, wohl aber können in manchen Jahren die Siebe der Filterpressen und die Pumpen sich infolge eines höheren Säuregehaltes der Wässer stärker als gewöhnlich abnutzen. Tritt dieser Umstand häufiger ein, so sind die sich abnutzenden Teile aus Messing oder Bronze herzustellen.

Um die Übelstände, welche sich früher bei der unmittelbaren Rückführung der Abwässer zeigten, zu beheben, hat man auch vorgeschlagen, das Preß- und Ablauf-Wasser mit Kalk zu scheiden, den geschiedenen, dünnen Saft bis zur Neutralität auszusaturieren und dann zu filtrieren. Dadurch werden natürlich die die Saftströmung hindernden Pülpeteilchen in sehr vollkommener Weise entfernt und haltbarere Abwässer erzeugt. Es erscheint aber sehr fraglich, ob diese Sicherung einer ungestörten Arbeit soviel wert ist, daß sie die Kosten einer völlig neuen und umfangreichen Scheide-, Saturations- und Schlammpressen-Station und die damit verbundenen Betriebskosten deckt.

Es darf ferner nicht übersehen werden, daß durch die Scheidung eine erhebliche Menge wertvoller Nährstoffe aus den Abwässern gefällt wird, die bei der Arbeit ohne Kalk in die Preßlinge übergehen und als Futter gewonnen werden. Reinere Säfte kann man bei dieser Arbeitsweise auch nicht erhalten, da die Stoffe, welche dabei in den Abwässern ausgeschieden werden, bei der Arbeit ohne Kalk teilweise in den Preßlingen bleiben, zum anderen Teil aber bei der Scheidung des Diffusionssaftes ausgefällt werden.

Außer den Abwässern der Diffusion kann man auch die letzten Absüßer der Schlammpressen oder einer sonstigen Schlammentzuckerung und der Knochenkohlenfiltration, wo diese noch vorhanden ist, in die Diffusion zurückführen, indem man sie anstatt des sonst nötigen

frischen Wassers den Abwässern zumischt. Durch einen ganz wenig erhöhten Saftabzug kann man den in den Absüssern enthaltenen Zucker wieder im Saft gewinnen und dabei an Verdampfungskosten sparen.

Die **Saftgewinnung mit abwechselnder Diffusion und Pressung** ist ebenso, wie die Diffusion mit Rückführung der Abwässer bereits vielfach empfohlen worden, aber erst in neuerer Zeit ist sie als sogenannte **Preßdiffusion** tatsächlich mit praktischem Erfolg in Betrieb gesetzt worden.

Der dazu dienende Apparat ist ein stetig arbeitender; er besteht aus einer Anzahl von Einzelgliedern, von denen jedes einen Diffusions- und Preßraum hat und die unmittelbar, also ohne Ventile und Rohrleitungen mit einander verbunden sind. In dem Preßraum findet sich die Preßschnecke, welche die Schnitzel gleichzeitig preßt und weiterschiebt, bis sie in den Diffusionsraum gelangen, welcher die Übergangskammer für den nächsten Preßraum bildet. In dieser Übergangskammer werden die vorher gepreßten Schnitzel mit dem Saft, der in der folgenden Preßschnecke ausgepreßt ist und durch die Schnitzel dringt, mittels einer Schaufelvorrichtung durchgemaischt und dem nächsten Preßraum zugeführt. So wandern die Schnitzel in dem senkrecht stehenden Apparat abwärts und dann wieder aufwärts durch alle Glieder der Batterie, bis sie am Ende der letzten Preßschnecke bereits abgepreßt und mehr oder weniger entzuckert austreten. Das zum Betrieb nötige Wasser tritt unter Druck in den äußeren Raum der letzten Preßschnecke ein, in der die unter Druck austretenden Schnitzel den Verschluß bilden, und der Saft fließt entgegen den Schnitzeln durch den Apparat, bis er aus dem letzten Gliede in konzentriertem Zustande austritt.

Diese Preßdiffusion hat in mancher Hinsicht große Vorzüge vor der Diffusionsbatterie. Eine stetige Arbeit ist immer vorteilhaft. Alle Ventilstellungen und Entleerungsarbeiten fallen fort; Abwässer sind garnicht vorhanden, da sie bei ihrer Entstehung sofort durch das frische Wasser in dem Apparat weiter gedrückt werden; die Entzuckerung der Schnitzel muß infolge der die Auslaugung unterstützenden Pressung in viel kürzerer Zeit vollzogen sein und die Säfte können jedenfalls sehr konzentriert abgezogen werden.

Als nachteilig muß vorläufig aber noch die verwickelte mechanische Apparatur angesehen werden. Die übliche Diffusion hat den großen Vorteil, daß sie in sich von keinem mechanischen Transport abhängig ist; nur für die Zuführung der Schnitzel und für die Abführung der

5

ausgelaugten Schnitzel sind, wie für jede Saftgewinnungstation, einfache Transporteinrichtungen nötig, die frei daliegen und an allen Teilen leicht zugänglich sind. Bei der Preßdiffusion liegen die innern Transporteinrichtungen, die Preßschnecke und der Schaufelapparat, in völlig geschlossenen Räumen; um an sie zu gelangen, muß der ganze Apparat außer Betrieb gesetzt und teilweise entleert werden.

Nach den bisherigen Erfahrungen mit Preßschnecken arbeiten diese nur dann gut und gleichmäßig, wenn sie sehr regelmäßig beschickt werden. Ob dies bei der Preßdiffusion stets möglich sein wird, muß bezweifelt werden, ganz besonders dann, wenn der Apparat aus ungefähr 8 Gliedern besteht und eine Auslaugung, wie bisher üblich, erzielt werden soll. Es ist zu befürchten, daß eine so gleichmäßige Auslaugung, wie bei der Diffusionsbatterie, nicht erreicht werden wird.

Der Kraftverbrauch der Preßdiffusion ist nicht gering und steigt mit der Zahl der Glieder.

Über die Abnutzung der Apparatteile, besonders der Siebe der Preßschnecken liegen noch keine Erfahrungen vor; sie dürfte auf die Dauer ziemlich merklich werden. Maaßgebende Betriebsresultate sind bisher noch nicht erhalten worden; es liegt aber kein Grund vor, zu bezweifeln, daß mit der Preßdiffusion die gleichen Erfolge bezüglich der Reinheit der Säfte und der Güte der Preßlinge erzielt werden können, wie bei der Diffusion mit Rückführung der Abwässer.

C. Pressverfahren.

Während bei dem älteren Preßverfahren das Bestreben dahin gerichtet war, möglichst allen Zucker im Saft zu gewinnen, legt man bei dem neuern Preßverfahren den Hauptwert darauf, durch eine einfache Pressung in gewöhnlichen Schnitzelpressen neben einem reinen Saft ein zucker- und nährstoffreiches Futter zu gewinnen.

Das **Brühverfahren**, wie dieses Preßverfahren gewöhnlich genannt wird, sollte in seiner ursprünglichen Form so ausgeführt werden, daß die zerkleinerten Rüben mit der 4—5 fachen Menge des vorher gewonnenen, unverdünnten Saftes, der auf annähernd 100° angewärmt wurde, gemischt wurden, sodaß sie plötzlich auf eine Ausgleichtemperatur von ungefähr 80° gebracht wurden. In dieser

Weise sollte eine Sprengung der Zellen erfolgen, ohne daß irgend ein als schädlich angesehener Diffusionsvorgang auftrat, da der Maischsaft oder Brühsaft stets dieselbe Dichte hatte, wie der Saft in den Rüben.

Diese Arbeitsweise läßt sich praktisch aber nicht verwirklichen, da die konzentrierten, bis zu 20° Brix schweren Säfte zu stark schäumen und eine für die Rentabilität ungünstig große Menge Zucker in den Preßlingen bleibt. In seiner jetzt üblichen Form wird das Brühverfahren so ausgeführt, daß die zu Scheiben von 1—2 mm Dicke zerschnittenen Rüben sofort in eine Schnitzelschwemme fallen, in der sie durch die 6—7 fache Menge heißen Saftes in den eigentlichen Brühtrog geschwemmt werden. In diesem wird die Ausgleichtemperatur auf 80—85° gehalten, indem der stetig durch einen Vorwärmer, die Schnitzelschwemme und den Trog umlaufende Saft auf geeignete Temperaturen angewärmt wird. Hinter dem Brühtrog werden die Rübenscheiben durch eine Schnecke mit gelochtem Trog aus dem Saft gehoben und von diesem getrennt, indem sie gleichzeitig schwach abgepreßt werden. Sie gelangen noch heiß in die Schnitzelpressen, in denen sie auf 30—35 % Trockensubstanz und 10 % Zucker abgepreßt werden. Der abgepreßte Saft gelangt durch einen Schaumfänger, in welchem der Schaum durch Dampf oder Wasser niedergeschlagen wird, zu dem Brühsaft. Zum Abscheiden des Sandes und der Pülpe, die sich reichlich bildet, sind in den Rohrleitungen Sand- und Pülpefänger vorgesehen. Durch Zuführung von Wasser oder Absüßwasser der Filterpressen wird der umlaufende Saft ständig auf 14—15° Brix gehalten, also auf einer dem Diffusionssaft ähnlichen Dichte.

Wie man sieht, ist das Verfahren in dieser Gestalt kein reines Preßverfahren mehr, sondern ein mit einer unvollkommenen Diffusion verbundenes Preßverfahren. Es unterscheidet sich von dem im vorhergehenden Abschnitt angeführten Verfahren nur in dem Grade der Anwendung der Diffusion. Wo das Brühverfahren neben der Diffusion ausgeübt wird, führt man gewöhnlich den Diffusionssaft ganz oder zum Teil durch den Brühtrog, benutzt also diesen zur weiteren Anreicherung des Saftes.

Die **Menge des Rohsaftes** hängt von der Verdünnung und der Pressung ab; sie beträgt 80—95 Teile auf 100 Teile Rüben, ist also nur ungefähr 10—20 Teile geringer, als bei der Diffusion. Die Reinheit des Saftes ist etwas höher als die des normalen Diffusions-

saftes, da mit dem Zucker eine verhältnismäßig etwas größere Menge Nichtzucker in den Preßlingen bleibt. Die Erhöhung der Reinheit ist ungefähr 1—2 %, je nach der Beschaffenheit der Rüben, der Stärke der Anwärmung und Pressung. Nach der Scheidung ist der Unterschied in den Reinheiten meistens geringer, da aus dem Diffusionssaft verhältnismäßig mehr Nichtzucker ausgeschieden wird, als aus dem Brühsaft.

Die gute **Preßbarkeit** der gebrühten Schnitzel ist, wie oben bereits ausgeführt ist, nicht die Folge einer Sprengung der Zellen, sondern ihrer Abtötung. Es ist daher gleichgiltig, ob die Erhitzung der zerkleinerten Rüben plötzlich oder allmählich innerhalb 10 Minuten, wie bei der Diffusion, erfolgt. Die Arbeitsweise könnte daher ohne Verschlechterung der Preßbarkeit auch mit langsamer Erwärmung der Schnitzel auf 70—80 ° ausgeführt werden. Der plötzlichen Erwärmung wird insofern eine gute Wirkung zugeschrieben, als dadurch sofort alle Mikroorganismen getötet werden; da diese aber, wie oben erörtert ist, auch in der Zeit von 10 Minuten noch keine Lebenstätigkeit ausüben können, so ist dieser Grund hinfällig. Im übrigen ist die Preßbarkeit der gebrühten Schnitzel tatsächlich keine bessere, als die der heiß in die Pressen gelangenden Diffusionsschnitzel, obwohl diese mehr als eine Stunde lang im 60—80° heißen Saft gewesen sind. In den Diffusionsschnitzeln ist aber nur Wasser oder ein sehr dünner Saft enthalten, in den Brühschnitzeln dagegen ein konzentrierter Rohsaft, durch den die Trockensubstanz, die bei den gewöhnlichen, aber gut gepreßten Preßlingen 15—17 % beträgt, auf 30—35 % gebracht wird. Auf Rüben berechnet erhält man 25—30 % Zuckerpreßlinge und daraus durch Trocknen 10—11 % Zuckerschnitzel mit 90 % Trockensubstanz und 30—40 % Zucker.

Die Arbeit nach diesem Verfahren ist einfach und erfordert weniger Aufsicht als die Diffusion; sorgfältige Überwachung erfordern die Schnitzelpressen, damit die Pressung gleichmäßig gut erfolgt. Vermieden muß jeder Aufenthalt in der Arbeit werden, da die Rübenscheiben bei längerem Verweilen in dem 90—100 ° heißen Saft weich werden, aufquellen und sich dann schlecht abpressen lassen.

Die Vorteile des Brühverfahrens liegen in der Gewinnung etwas reinerer Füllmassen, in der Möglichkeit, mit den vorhandenen Einrichtungen eine größere Menge Rüben in der gleichen Zeit zu verarbeiten und in der Ersparnis an Kohlen gegenüber der Diffusionsarbeit mit Schnitzeltrocknung. Auch die Trockenanlage wird infolge des hohen

Trockensubstanzgehalts der Preßlinge leistungsfähiger. Ein Mehrgewinn an Zucker im Saft und in der Trockenware gegenüber der Preßdiffusion oder der Diffusionsbatterie mit Rückführung der Abwässer kann natürlich nicht erzielt werden, wohl aber selbstverständlich gegenüber der gewöhnlichen Diffusion mit ihren Verlusten in den Abwässern.

Als Nachteile des Verfahrens sind der große Kraftverbrauch für die Pressen anzuführen und der Umstand, daß man gezwungen ist, stets große Mengen Zucker in den Preßlingen zu lassen. Es ist also unmöglich, zu Zeiten hoher Zuckerpreise und schlechter Futterpreise die Arbeit so abzuändern, daß mehr Zucker im Saft gewonnen wird. In dieser Beziehung steht das Brühverfahren der viel anpassungsfähigeren Diffusion mit Gewinnung der Abwässer und der Preßdiffusion nach.

Da die Ausbeute an Trockenschnitzeln bei dem Brühverfahren beinahe doppelt so groß ist, wie bei der Diffusion, so hängt die Rentabilität des ersteren Verfahrens in hohem Maaße von dem Wert und der Verwertung der Zuckerschnitzel ab. Nach ihrer Zusammensetzung ist ihr Wert um etwa 10 v. H. höher, als der der gewöhnlichen Trockenschnitzel. Bei dieser Bewertung ist ein Gewinn gegenüber der Diffusion mit Rückführung der Abwässer und mit Schnitzeltrocknung als ausgeschlossen zu bezeichnen. Eine strittige Frage ist es noch, ob die Zuckerschnitzel bei der Fütterung günstige Nebenwirkungen zeigen und infolgedessen höher zu bewerten sind, als es nach ihrer Zusammensetzung geschehen kann. Von ihrer endgiltigen Beantwortung und von der Lösung der Frage nach dem Futterwerte des Zuckers für die verschiedenen Tierarten wird die Zukunft des Brühverfahrens abhängen.

Eine **Abänderung des Brühverfahrens** zu dem Zwecke, mehr Zucker als Verkaufzucker zu gewinnen, besteht darin, daß die Preßlinge nach der ersten Pressung mit verdünnten, heißen Ablaufsirupen aufgemaischt, dann wieder von der Flüssigkeit getrennt und nochmals gepreßt werden. Die verdünnte, unreine Zuckerlösung mischt sich hierbei schnell mit dem viel reineren Saft, der noch in den Preßlingen ist; diese nehmen Ablaufsirup in sich auf und geben reineren Saft ab, sodaß als Schlußergebnis ein merklich reinerer Saft und Preßlinge erhalten werden, welche größere Mengen Sirupbestandteile enthalten. Bei dieser Arbeitsweise geht ein Teil der Vorteile, welche das Brühverfahren gerade charakterisieren sollen, verloren, nämlich die geringeren Verdampfungskosten und die Gewinnung eines unvermischten, nur aus unveränderten Rübenbestandteilen bestehenden Trockenfutters.

V.

Die Schnitzeltrocknung.

Die Frage, ob das Trocknen der bei der gewöhnlichen Diffusionsarbeit gewonnenen Preßlinge dem Einsäuern vorzuziehen ist, ist noch nicht für alle Verhältnisse zu bejahen. Es ist eine rein landwirtschaftliche Frage und bei einer großen Zahl von Zuckerfabriken ziehen die Landwirte die Abnahme der nassen Rückstände und deren Verfütterung im frischen oder eingesäuerten Zustande der Trocknung vor. Der Zuckerfabrikant hat sich in diesem Falle ganz nach den Wünschen seiner Rübenlieferanten zu richten oder, wenn er selbst seine Rüben baut, eine genaue Berechnung unter Berücksichtigung der Kosten der Anlage und der Vorteile und Nachteile der Fütterung für seine besonderen Verhältnisse zu machen. Für eine solche Berechnung kommt hauptsächlich die Ersparnis an Fuhrlöhnen oder Frachten bei der Abnahme von Trockenschnitzeln in Betracht und die Verluste an Nährstoffen bei der Einsäuerung. Diese sind um so größer, je höher die Temperatur ist, bei der die Schnitzel gepreßt und eingemietet [illegible] .chgemäße Einmietung gelegt [illegible] sie enthalten und je länger sie eingemietet [illegible] der gewöhnlichen Art und Dauer der Einsäuerung kann man mit einem durchschnittlichen Gewichts- und Nährstoffverlust von ungefähr einem Drittel rechnen. Im allgemeinen wird man annehmen können, daß es vorteilhaft ist, die Rückstände während der Campagne frisch zu verfüttern, den größeren Rest aber zu trocknen.

Zuckerhaltige Rückstände, die man bei der Rückführung der Diffusionsabwässer und bei dem Brühverfahren erhält, müssen selbstverständlich getrocknet werden. Bei diesem Verfahren gehört die Trockenanlage unbedingt zur Gesamtanlage.

Die **Trockenanlagen** sind entweder Feuertrocknungsanlagen oder Dampftrockenapparate. In den ersteren wirken die heißen Verbrennungsgase direkt auf die Preßlinge ein, während bei den letzteren die Trocknung an den mit Dampf beheizten Heizflächen erfolgt, in beiden Fällen unter Mitwirkung eines starken Luftstromes, der durch Ventilatoren erzeugt wird.

Zur **Trocknung mit den Feuergasen** dienen Öfen mit muldenförmig ausgemauerten Böden, in denen sich Axen mit Transportschaufeln, die Wender drehen, oder Trommelapparate.

Die **Öfen** sind seltener langgestreckt gebaut, meistens in Etagen, die über einander liegen. Die über der höchsten Etage liegende Feuerung erzeugt aus mageren Steinkohlen, Koks oder Braunkohlen die heißen Verbrennungsgase, indem das Brennmaterial mit größerem Luftüberschuß, also möglichst rauchlos verbrannt wird. Die Temperatur der Gase steigt dabei nicht über 800°—1000°. Hinter der Feuerbrücke treffen die Gase mit den gepreßten Schnitzeln zusammen und strömen in gleicher Richtung mit ihnen durch alle Etagen, deren immer 3 über einander liegen. Die Temperatur sinkt anfangs sehr stark, weil die Verdampfung und damit der Wärmeverbrauch bei der Einwirkung auf die wasserhaltigen Preßlinge sehr groß ist. Am Ende der ersten Etage haben die Gase nur noch 200—250° und beim Austritt aus dem Ofen, je nach dem Maße, wie der Ofen angestrengt wird, 70—100°.

Die Preßlinge durchwandern unter der gleichzeitigen Wirkung der Transportschaufeln, welche die Schnitzel einerseits hochheben und wieder fallen lassen, andererseits aber auch vorwärts schieben, und des starken Luftstromes den Ofen in der Zeit von ungefähr einer halben Stunde, die leichteren Teile schneller, die größeren und wasserhaltigeren langsamer. Aus der unteren Etage treten sie gleichmäßig auf 6—10 oder 12% Wassergehalt getrocknet in eine Transportschnecke, die sie aus dem Ofen entfernt.

Die **Überwachung des Apparates** ist bei einiger Aufmerksamkeit sehr leicht ausführbar. Hauptsache ist eine gleichmäßige Zufuhr möglichst gleichmäßig gepreßter Schnitzel. Die Heizer haben dann ihre Aufmerksamkeit nur darauf zu richten, daß sie ihre Feuer so halten, daß die Temperatur der Gase am Ende des ersten Wenders 200—250° und am Austritt ungefähr 80—90° ist. Steigt die Temperatur am Ende des ersten Wenders plötzlich, so ist das ein Zeichen, daß die Schnizelzufuhr zu gering ist; sie muß dann sofort verstärkt werden oder, wenn es an Material fehlt, muß der über der Feuerung angebrachte Schieber geöffnet, die Klappe zum Ventilator aber geschlossen werden, damit die Gase direkt in's Freie entweichen. Von Wichtigkeit ist ferner, daß die Leistung des Ventilators der Leistung des Ofens angepaßt ist. Die getrockneten Schnitzel kommen

dann mit dem richtigen Wassergehalt aus dem Ofen; durch Erfahrung lernt man sehr leicht den richtigen Trocknungsgrad durch Befühlen mit der Hand erkennen.

Der starke Luftstrom reißt feine, leichte Schnitzelteilchen mit sich, die durch **Staubfangapparate** mit Sicherheit aufgefangen werden können; ihre Menge ist aber nur gering, etwa 2—3 v. H. der Trockenschnitzel.

Bei den **Trommeltrockenapparaten** liegen die Feuerungen vor den Trommeln; die Schnitzel durchwandern diese einzeln oder mehrere nach einander ebenfalls zusammen mit den Heizgasen und werden durch die Drehung der Trommeln bewegt. Die Verschiedenheit der einzelnen Trommelsysteme besteht in der Art der Zuführung und Führung der Gase. Da jede Trommel oder jedes Trommelsystem besonders geheizt und mit Schnitzeln beschickt werden muß, während ein Ofen mit einer Leistung von mehreren Trommeln nur eine Feuerung und eine Schnitzelzuführung hat, so ist die Bedienung der Trommeln und die Regelung der Heizung bei den Trommeln schwieriger, um so mehr, als auch der Wärmeausgleich, der bei den Öfen durch
rer Aufmerksamkeit kann
den Öfen vorkommen,
der Hitze ausgesetzt werden
nwach getrocknet werden. Im letzteren Falle leidet
Werden diese Übelstände vermieden, so bewähren die Trommelapparate auch recht gut.

Zur **Trocknung der Schnitzel mit Dampf** dienen Apparate, die aus mehreren, übereinander liegenden Mulden mit Doppelböden bestehen, welche von einem eisernen Gehäuse umschlossen werden. In jeder Mulde dreht sich ein Rohrbündel, an welchem die Transportschaufeln angebracht sind, welche die zerkleinerten Schnitzel vorwärts bewegen und gleichzeitig auch hochheben, sodaß sie fortwährend mit den Heizrohren beim Herabfallen in Berührung kommen. Die Mulden werden durch Abdampf, die Rohrbündel durch Kesseldampf beheizt. Die Brüden werden durch einen Exhaustor abgesaugt, der gleichzeitig vorgewärmte Luft in den Apparat einsaugt. Zum Auffangen der durch den Exhaustor mitgerissenen Schnitzelteilchen sind Staubkammern vorgesehen. Damit die Dampftrockenapparate eine genügende Leistung haben, müssen die Preßlinge durch eine Zerkleinerungsmaschine zerkleinert werden.

Die Temperatur in dem Ofen ist während des Betriebes unter 100° und kann in den Mulden selbst während eines Stillstandes 100° kaum überschreiten. Die Schnitzel leiden daher selbst bei unachtsamer Bedienung des Apparates in keiner Weise, da auch die Temperatur der Heizröhren nicht so hoch ist, daß eine Bräunung eintreten könnte. Sie behalten ihre natürliche Farbe und poröse Struktur im Gegensatz zu den feuergetrockneten Schnitzeln, welche meistens etwas dunkler gefärbt sind und eine mehr feste Beschaffenheit zeigen.

Wenn nun auch die Gefahr des Verbrennens bei der Dampftrocknung nicht vorhanden ist, so verlangen die Dampftrockenapparate doch ebenso gut eine aufmerksame Wartung, wie die Feueröfen. Wenn die Schnitzel nicht sehr gleichmäßig zugeführt werden, so kommen sie aus dem Ofen bald zu stark, bald zu schwach getrocknet heraus; im ersteren Falle ist der Dampfverbrauch größer, da die stetig durchgesaugte Luft höher erhitzt wird; im letzteren Falle sind die Trockenschnitzel nicht haltbar und müssen nochmals in den Ofen zurück.

Gegenüber der Feuertrocknung hat die Dampftrocknung den Nachteil, daß die Trocknung der Schnitzel nicht forciert werden kann. Auch die Betriebskosten sind höher. Da der Dampf zunächst durch eine besondere Feuerung erzeugt werden muß und ein Teil seiner Wärme durch Abkühlung und durch Erwärmen der durch den Apparat gesaugten Luft verbraucht wird, so werden bei der Dampftrocknung wesentlich mehr Kohlen verbraucht. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß für die Dampfkesselfeuerung eine billigere Kohle als für die Feuertrocknung benutzt werden kann. Da ferner die Anlagekosten der Dampftrocknung viel höher sind, so sind höhere Zahlen für Verzinsung und Abschreibung zu berechnen. Über die Reparaturkosten liegen Erfahrungen noch nicht vor. Die Vorteile der Dampftrocknung liegen in der Herstellung eines stets tadellosen Produktes, sodaß man sie an manchen Orten trotz höherer Herstellungskosten der Trockenware bevorzugen dürfte.

Eine mehrfache Ausnützung der Wärme ist weder bei der Feuer- noch bei der Dampftrocknung rentabel. Man muß sich daher darauf beschränken, die Wärme des Brennstoffes möglichst gut direkt auszunützen. Bei der direkten Trocknung hat man es bereits soweit gebracht, daß 80 Prozent der gesamten, aus dem Brennstoff erzeugten Wärme nutzbar gemacht ist, jedoch geschieht eine solche intensive

Ausnützung meistens auf Kosten der Farbe der Trockenschnitzel; diese werden um so schöner, je mehr Luft man zuführt, je niedriger also die Anfangstemperatur ist, was nur auf Kosten des Brennstoffverbrauches möglich ist.

Auf die Farbe der feuergetrockneten Schnitzel hat auch die Art des Brennstoffes und der Feuerung Einfluß. Die hellsten Schnitzel erhält man bei der Kokesfeuerung, die natürlich viel zu teuer ist, und bei der Braunkohlenfeuerung. Von den Steinkohlen sind nur magere, nicht staubige Nußkohlen brauchbar, die zweckmäßig vor dem Aufwerfen auf das Feuer etwas mit Wasser besprengt werden. Um die Flugasche möglichst von den Schnitzeln fern zu halten, ist in dem Ofen hinter der Feuerbrücke ein größerer Raum zum Absetzen vorhanden, aus dem die abgelagerte Flugasche zweckmäßig durch eine Schwemme entfernt wird. Sehr gut bewährt haben sich selbsttätige Feuerungsapparate.

Um an Brennstoff zu sparen, ist vorgeschlagen, die **Wärme der abziehenden Kesselgase** in besonderen Trockenapparaten auszunützen oder zum Vortrocknen für die Trockenöfen anzuwenden. Eine einfache Rechnung ergibt, daß die Wärme der Kesselgase nur zum Trocknen von höchstens 50 v. H. der Schnitzel ausreicht. Wie die Güte der Schnitzel bei diesen, viel Ruß und Flugasche enthaltenden Gasen ausfallen wird, ist noch nicht erprobt. Es ist daher noch nicht möglich zu sagen, ob eine solche Trocknung tatsächlich Vorteile mit sich bringen wird. Gegen eine Vortrocknung der Preßlinge mit den Kesselgasen spricht die Erfahrung, daß nur die nassen Preßlinge direkt mit den heißen Verbrennungsgasen der Öfen in Berührung kommen dürfen; vorgetrocknete Schnitzel werden sich stets mehr oder weniger bräunen und die Gefahr von Bränden wird vergrößert. Zum Anwärmen der Luft für die Dampftrockenapparate können die Kesselgase wohl benutzt werden; die dazu nötige Einrichtung dürfte im
en aber zu kostspielig sein.

Was für die gewöhnlichen Preßlinge der Diffusion über ihre Trocknung gesagt ist, gilt in gleicher Weise für die zuckerhaltigen Preßlinge der anderen Saftgewinnungsverfahren.

Welche **Veränderungen die Bestandteile der Schnitzel beim Trockenen erleiden,** ist noch nicht genau festgestellt. Der Zucker hält sich anscheinend fast ganz unverändert, wenigstens dann, wenn die Feuerung so geleitet wird, daß die Trockenschnitzel hell bleiben. Die Verdaulichkeit der anderen Bestandteile leidet durch die Trocknung

auch nicht in merkbarem Maaße, weder bei der Feuertrocknung, noch bei der Dampftrocknung. Allerdings nimmt die Verdaulichkeit des Eiweißes wesentlich ab, wenn es Temperaturen von 120—130° ausgesetzt wird. Daher ist die Verdaulichkeit gebräunter oder schwach angekohlter Trockenschnitzel stets merklich beeinträchtigt. Aber bei normalem Betriebe gibt es auch bei der Feuertrocknung keine angebrannten Teile, da die Schnitzel niemals die Temperatur der sie umgebenden Gase annehmen, besonders nicht zu Anfang, wo sie noch viel Wasser enthalten. Die Verdampfung ist so stark, daß die Temperatur der Schnitzel nicht über den Siedepunkt des Wassers steigt. Fütterungsversuche zum Vergleich der feuer- und der dampfgetrockneten Schnitzel haben ergeben, daß die Verdaulichkeit der gesamten organischen Stoffe bei letzteren zwar etwas höher ist, daß das Eiweiß aber bei den erstern eine höhere Verdauungzahl zeigt. Dieses Ergebnis wird auch nicht geändert, wenn zuckerhaltige Schnitzel etwas dunkleres Aussehen haben und einen dunkleren, wässerigen Auszug geben, da diese dunkle Färbung nur auf die Zersetzung ganz geringer Mengen Zucker zurückzuführen ist.

Bei dem Einweichen in Wasser quellen die dampfgetrockneten Schnitzel schneller auf und nehmen mehr Wasser in sich auf als die feuergetrockneten; jedoch ist diese Eigenschaft zum Teil auf die Zerkleinerung der ersteren zurückzuführen.

Der **Aschengehalt** der feuergetrockneten Schnitzel ist stets etwas höher, als der der dampfgetrockneten, da sich den ersteren etwas Flugasche beimengt. Die Erhöhung ist aber meistens nur gering und übersteigt selten $^1/_2$—1 v. H. der Trockenschnitzel. Je staubfreier die Trockenschnitzel erhalten werden, je besser also der Ventilator arbeitet, desto geringer wird die Beimengung von Asche, desto besser müssen aber auch die Staubfang-Apparate sein.

Die **Menge der Trockenware,** die man auf 100 Teile Rüben erhält, hängt von dem Markgehalt der Rüben und der Arbeitsweise bei der Saftgewinnung ab. Bei dem Brühverfahren erhält man, wie bereits erwähnt, je nach der Dichte des Brühsaftes 9—11 v. H. Zuckerschnitzel mit 30—40 v. H. Zuckergehalt. Bei der gewöhnlichen Diffusion schwankt die Menge zwischen 5 und 6 v. H., je nachdem mehr Trockensubstanz im Preßwasser abläuft, und je nach der Sorgfalt, die auf das Auffangen der Pülpe gelegt wird. Der Zuckergehalt dieser Trockenschnitzel ist gewöhnlich 2—5 v. H. Bei der Diffusion

mit Rückführung der Abwässer erhält man je nach der Auslaugung Trockenschnitzel, deren Menge und Gehalt zwischen den vorher angegebenen Grenzen liegen.

Wenn richtig arbeitende Staubfangapparate (Cyclonen) hinter dem Ventilator eingebaut sind, so ist ein **Verlust an Schnitzelmasse** ausgeschlossen. Die feinen Teilchen werden dann allerdings getrennt gewonnen und sie sind bei der Feuertrocknung mit viel Asche, etwa 20—25 v. H., verunreinigt. Die Menge dieses Schnitzelstaubes ist nur gering, etwa 2—3 v. H. der Trockenschnitzel. Da er zu mindestens 75—80 v. H. aus wertvoller Schnitzelsubstanz besteht, so bildet er, am besten mit Melasse gemischt, ein gutes Futtermittel, welches aber bei höherem Aschengehalt nur an Tiere mit guter Verdauung gefüttert werden soll.

Die **Haltbarkeit der Trockenschnitzel** ist eine sehr gute, wenn sie gleichmäßig gut getrocknet sind, sodaß der Wassergehalt aller Teile nicht höher als 12—14 v. H. ist, und wenn sie auf trockenem Lager aufbewahrt werden. In feuchten Lagern und an feuchten Wänden tritt sehr leicht Schimmelbildung ein. Trockenschnitzel, die auf sehr geringen Wassergehalt eingetrocknet sind, ziehen aus der Luft Wasser an und zwar so lange bis sie ungefähr 12—14 v. H. Wasser [illegible] gewicht zu. Dieser Wasser- [illegible] r lufttrockene Schnitzel, wie für die meisten getrockneten organischen Stoffe, der normale. Zuckerhaltige Trockenschnitzel sollen vor dem Lagern abgekühlt werden, wozu Kühltrommeln benutzt werden.

Vielfach setzt man den gepreßten, nassen Schnitzeln vor dem Trockenen im Feuer heiße Melasse zu, und zwar im Verhältnis, wie beide Bestandteile aus der Rübe genommen werden, sodaß auf 100 Teile gepreßter Schnitzel etwa 4—5 Teile Melasse kommen. Die Melasse wird schnell von den Schnitzeln aufgesogen und die Trocknung geschieht in derselben Weise, wie gewöhnlich. Eine geringe Karamelbildung ist bei diesen Schnitzeln nicht zu vermeiden, da die Melasse sich hauptsächlich in den äußern Schichten befindet. Vorteilhafter ist die Herstellung von Melasseschnitzeln durch Vermengen der Trockenschnitzel mit heißer Melasse, am besten unmittelbar nach dem Austritt der Schnitzel aus dem Ofen, da sie dann noch warm sind. Beide Arten Trockenschnitzel saugen dann die Melasse, die natürlich auch auf 70—90° erwärmt werden muß, leicht auf. Man

kann so den Schnitzeln die Hälfte ihres Gewichtes an Melasse oder sogar noch mehr beimengen und erhält ein trockenes, handliches und haltbares Futter, dessen Zuckergehalt ungefähr 20—25⁰ beträgt und dessen Wert dem der Zuckerschnitzel vielfach gleich gestellt wird.

VI.

Der Rohsaft, seine Vorreinigung und Anwärmung.

Der durch die Diffusion gewonnene **Rohsaft (Diffusionssaft)** ist eine schwach gelblich oder grau gefärbte, trübe Flüssigkeit, welche sich an der Luft sehr schnell dunkel färbt, sodaß sie nach wenigen Minuten bereits fast schwarz erscheint. Die Ursache dieser Färbung sind oxydierend wirkende Enzyme oder Oxydasen, welche auf gewisse Saftbestandteile, z. B. auf Tyrosin einwirken.

Der Rohsaft enthält fast alle Stoffe, welche in den Rüben in Lösung enthalten waren, und solche, die während der Saftgewinnung gelöst werden. Von 100 Teilen Zucker der Rüben werden gewöhnlich 96—98 Teile gewonnen. Von den einzelnen Nichtzuckerstoffen gehen in Lösung über: Von der Asche ungefähr 65 v. H., von den Alkalien, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Chlor 70—80 v. H., von Kalk, Eisenoxyd und Tonerde nur ungefähr 20 v. H., von dem Eiweißstickstoff 15—25 v. H., von dem Nichteiweißstickstoff 90 v. H. Je reicher die Rüben an den einzelnen Nichtzuckerbestandteilen sind, desto mehr gehen davon auf 100 berechnet in Lösung.

Von den Nichtzuckerstoffen des Diffusionssaftes kann man diejenigen, welche durch die Scheidung und Saturation nicht entfernt werden, als **schädliche Nichtzuckerstoffe** bezeichnen, welche die Ausbeute an Zucker verringern. Damit ist aber nicht gesagt, daß die fällbaren Nichtzuckerstoffe nicht auch insofern schädlich wirken können, als sie Störungen im Betriebe, z. B. Verschlechterung der Filtration, Steinabsätze in den Verdampfapparaten usw. hervorrufen. Zu den

schädlichen Nichtzuckerstoffen gehören vor allen Dingen die Alkalien und die stickstoffhaltigen Stoffe außer den Eiweißstoffen. Gewöhnlich schwankt die Dichte des Rohsaftes zwischen 12—15° Brix bei 10—13 Prozent Zuckergehalt. Die organischen Nichtzuckerbestandteile sind zum größten Teil unbekannt; man weiß nur, daß auf 100 Teile Zucker ungefähr 2—$2^1/_2$ Teile Eiweißstoffe, $2^1/_2$—3 Teile andere stickstoffhaltige Stoffe, $^1/_2$—1 Teil reduzierende Stoffe, 1 Teil Pentosane und 0,4—0,8 Teile Oxalsäure enthalten sind. Die anorganischen Bestandteile sind hauptsächlich Kali, dann Natron, Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor und einige andere Basen und Säuren in sehr geringen Mengen. Die Reaktion des Rohsaftes ist stets sauer, und zwar entsprechend ungefähr 1—2 ccm Normalsäure in 100 ccm Saft.

Die **Vorreinigung des Diffusionssaftes** bezweckt die Entfernung aller durch die Diffuseursiebe mitgerissenen Schnitzelteile und Fasern, dann aber auch die Ausfällung gelöster Stoffe vor der Scheidung.

Die **Entfernung der Schnitzelteilchen und Fasern** vor der Anwärmung und Scheidung ist von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit und sollte nie unterlassen werden. Sie wirken zunächst in der Weise schädlich, daß sie sich auf den Heizflächen der Vorwärmer festsetzen und deren Wirkung stark herabmindern; dann aber entstehen beim Erwärmen und in der Scheidung aus der festen Zellsubstanz lösliche Zersetzungsprodukte, welche später nur teilweise ausgefällt werden und die Säfte verschlechtern. Ein Teil der ausgefällten Stoffe ist häufig von so schleimiger Beschaffenheit, daß die Filtration durch die Tücher sehr erschwert wird, wenn sie in merklicher Menge vorhanden sind.

Zur mechanischen Filtration der Diffusionssäfte dienen die **Pülpe- oder Schnitzelfänger,** deren es eine sehr große Anzahl von sehr verschiedenartiger Bauart gibt. Gemeinsam ist ihnen allen, daß die Filtration durch ein feines Metallsieb geschieht, welches in geeigneter Weise durch Bürsten oder Schaber während des Betriebes von den sich auflagernden Fasern frei gehalten wird, und daß die abfiltrierten Schnitzelreste leicht entfernt werden können. Die Schnitzelfänger wirken um so besser, je feiner das Sieb ist; natürlich muß die Filterfläche dann um so größer und die Reinigungsvorrichtung um so vollkommener sein.

Die Aufstellung der Pülpefänger zwischen Diffusion und Meßgefäß oder vor den Vorwärmern muß derart sein, daß die Rückführung der abfiltrierten Schnitzelreste in die Diffusionsgefäße möglich ist, denn nur auf diese Weise kann man diese Reste und den mit ihnen entleerten Saft bequem wieder gewinnen. Die Entleerung der Schnitzelfänger geschieht in den frisch zu füllenden Diffuseur, und zwar soll dieser Diffuseur bereits halb mit frischen Schnitzeln gefüllt sein, ehe der Schnitzelfängerinhalt hineingelassen wird. Diese Vorschrift ist
deshalb notwendig und unbedin
Schnitzelreste und Fasern dan
und hier den Saftstrom nicht
bei der Entleerung auf das un
und schlechtes Drücken veran
Rückführung der Pülpe ist
Saftströmung vorhanden. Da
aufgefangenen Schnitzelreste dur
mischt sie unter die ausgepreßten Rückstände. Den geringen Zuckerverlust, welcher damit verbunden ist, hält man in solchen Fällen für das kleinere Übel gegenüber der mehr oder weniger verlangsamten Arbeit.

Die Tatsache, daß durch Erwärmen der Rübensäfte, besonders der ausgepreßten Säfte, Eiweißstoffe koaguliert werden, hat die Herstellung sogenannter **Eiweißfänger** veranlaßt, durch welche der über 80° erhitzte Diffusionssaft filtriert und vom Eiweiß befreit werden soll. Der ganze Gedanke beruht aber auf grundsätzlichen Irrtümern. Durch Erwärmen des Rohsaftes wird nur sehr wenig Eiweiß ausgeschieden und auch in einer Form, in welcher es nicht filtriert werden kann. Von den im Diffusionssaft vorhandenen geringen Mengen Eiweiß, etwa 0,2—0,3 v. H., können nur ungefähr 10 v. H., d. h. 0,02—0,03 v. H. des Saftes, durch Erhitzen gerinnbar gemacht werden, also eine Menge, die für die Reinigung des Saftes kaum in Betracht kommt, jedenfalls aber keine kostspieligen Anlagen lohnt. Auch der Vorschlag, die Rohsäfte mit schwefeliger Säure anzusäuern, ehe sie erwärmt werden, ist zwecklos, da dadurch nicht mehr Eiweiß zum Gerinnen gebracht wird, als durch die Wärme allein. Dann hat aber die Abfiltration dieses geronnenen Eiweißes vor der Scheidung auch kaum einen Zweck, weil es durch den Kalk unter den Verhältnissen der Scheidung und bei der kurzen Dauer derselben nicht zersetzt oder verändert wird, also in den Schlammpressen unverändert abfiltriert

wird. Wenn man trotzdem eine gute Wirkung der Eiweißfänger nachgewiesen haben will, so kann sie nur darauf zurückgeführt werden, daß sie als gute Pülpefänger gewirkt haben. Wenn die Eiweißfänger einen großen Raum enthalten und der Saft nicht an allen Stellen in stetiger Bewegung ist, so können sie sehr schädlich wirken, indem durch die Einwirkung von Mikroorganismen schädliche Veränderungen im Safte eintreten.

Zur Vorreinigung des Diffusionssaftes ist ferner die Anwendung der schwefeligen Säure, des Aluminiumsulfats, des Baryts und des elektrischen Stromes unter Verwendung löslicher Elektroden und der Elektro-Dialyse empfohlen worden. Diese und ähnliche Mittel bewirken allerdings Ausscheidungen und Fällungen von Nichtzuckerstoffen, sowie Entfärbungen; aber da fast alle diese Nichtzuckerstoffe auch durch Kalk ausgefällt werden, so erscheint es zwecklos, den billigen Kalk durch teuere Mittel zu ersetzen, die wenig oder nichts mehr leisten, deren etwaige Mehrleistung jedenfalls in keinem Verhältnis zu den Kosten steht.

Die Vorwärmung des Diffusionssaftes. In den Meßgefäßen hat der abgezogene Saft der Diffusion eine sehr verschiedene Temperatur; diese hängt von der Arbeitsweise und von der Temperatur der eingefüllten frischen Schnitzel ab und kann daher bei der gewöhnlichen Arbeitsweise zwischen etwas über 0° bis ungefähr 40° schwanken, in den meisten Fällen liegt sie zwischen 25—35°. Bei der Diffusion mit mehrfachem Saftumlauf im frisch gefüllten Diffuseur kann sie auf 70—80° gesteigert werden, und in diesem Falle kann der Saft ohne eine weitere Anwärmung zur Scheidung abgelassen werden. Um dem Saft der gewöhnlichen Arbeitsweise die zur Scheidung nötige Wärme zuzuführen, leitet man ihn durch Röhrenvorwärmer, welche liegend oder stehend, offen oder geschlossen angefertigt werden.

Mit der Anwärmung des Saftes verfolgt man gleichzeitig den Zweck, diejenigen Stoffe, welche durch die Wärme koaguliert werden können, unlöslich auszuscheiden und somit widerstandfähiger gegen die zersetzende Einwirkung des Kalkes zu machen. Solche Ausscheidungen bestehen zum Teil aus Eiweißstoffen, zum größten Teil aber aus stickstofffreien Stoffen.

Im allgemeinen bevorzugte man bisher die **offenen Vorwärmer,** weil man die Röhren derselben während des Betriebes reinigen kann. Nachteile dieser Vorwärmer sind ihre geringe Leistung und der

Umstand, daß die Oberfläche der Saftes der Luft ausgesetzt ist. Ihre Leistungsfähigkeit kann durch künstliche Saftbewegung mittelst Pumpen oder Schraubenschnecken und auch durch Anbringung mechanischer Vorrichtungen zum Reinigen der Rohre während des Betriebes verbessert werden.

Zweckmäßiger als die offenen sind aber die **geschlossenen Vorwärmer,** in welchen die Saftströmung durch Abteilen der Heizrohre in verschiedene Bündel, welche der Saft nach einander durchströmen muß, beschleunigt wird. In solchen Vorwärmern setzen sich nicht so viele Niederschläge auf die Heizrohre ab und daher ist ihre Wirkung eine recht gleichmäßige.

Die beste Vorwärmestation besteht aus Batterien kleiner Einzelvorwärmer, welche lange Röhren von geringem Durchmesser haben und in denen die Saftströmung durch besondere Pumpen auf einer Höhe von mindestens 1—2 m in der Sekunde gehalten wird. Obwohl sich bei solcher Saftgeschwindigkeit nur wenige Niederschläge auf die Heizrohre absetzen, ist jeder Einzelwärmer mit den nötigen Ventilen versehen, damit er jederzeit zur Reinigung ausgeschaltet werden kann, ohne daß der Betrieb irgendwie gestört wird. Die Wärmeübertragung ist in diesen Vorwärmern erheblich größer, als in den offenen; daher kann ihre Heizfläche wesentlich kleiner genommen werden oder als Heizdampf Dampf von niedrigerer Spannung.

Zu vermeiden ist ein allzu großer Rauminhalt der Vorwärmer, weil dadurch der Aufenthalt des Saftes unnötig verlängert wird und eine längere Zeit andauernde Erhitzung des rohen Saftes stets mit schädlichen Folgen, besonders mit einer merklichen Inversion des Zuckers verknüpft ist. Wenn auch die saure Reaktion bei normaler Erhitzungsdauer keinen Einfluß äußert, so tritt eine Inversion stets auf, wenn der Saft längere Zeit auf 90° und darüber erhitzt wird. Um solche Folgen des Säuregehaltes zu verhüten, setzt man zuweilen dem Rohsaft vor dem Eintritt in die Vorwärmer etwas Kalkmilch zu, etwa 0,2 Prozent als Kalk berechnet, um den Saft schwach alkalisch zu machen. Durch diesen Kalkzusatz soll auch das Absetzen von Niederschlägen auf die Heizrohre verringert werden. Mehrfach will man aber als schädliche Folgen dieses Kalkzusatzes zu dem kalten Rohsaft schlechtes Laufen der Schlammpressen beobachtet haben, sodaß diese Vorscheidung, da sie ja auch meistens überflüssig ist, wenig Eingang gefunden hat.

Die meisten Fabriken besitzen 2 Vorwärmer oder 2 Vorwärmersysteme, von denen der erste mit den zum Kondensator gehenden Brüdendämpfen des letzten Körpers der Verdampfstation beheizt wird und den Saft daher kostenlos auf etwa 45—55 ° anwärmt, während der zweite mit Saftdampf aus den ersten Verdampfkörpern beheizt wird und den Saft auf die zur Scheidung erforderliche Temperatur von mindestens 70 °, besser auf 80—85 ° bringt.

Da bei Beginn der Arbeit kein Brüdendampf zur Verfügung steht, so muß jeder Vorwärmer (das gilt nicht nur für diese Rohsaftvorwärmer, sondern für alle in der Fabrik vorhandenen) mit Kesseldampf oder Maschinenabdampf geheizt werden können. Gerade bei Beginn der Arbeit, wo die Säfte, Apparate und Rohrleitungen kalt sind, muß auf richtige Anwärmung der Säfte, die sogar überall etwas höher sein muß als gewöhnlich, besonders geachtet werden, weil die Güte der Arbeit bei ungenügend erwärmten Säften sehr leidet.

Jeder Vorwärmer muß so eingerichtet sein, daß er aus dem Saftstrom ausgeschaltet werden kann, wenn er gereinigt werden soll oder wenn er undicht geworden ist. Um Undichtigkeiten zu entdecken, muß das kondensierte Wasser regelmäßig auf Zucker untersucht werden. In den Vorwärmern können leichter Zuckerverluste während des Betriebes entstehen als in den Verdampfapparaten, weil bei jenen, umgekehrt wie bei diesen, der Druck im Saftraum gewöhnlich wesentlich größer ist als im Dampfraum.

Um Anfressungen der Heizrohre durch die Ammoniakdämpfe zu verhüten, ist für genügende und geeignete Ammoniakabzüge, wie bei den Verdampfapparaten, zu sorgen.

VII.

Die Scheidung.

Der angewärmte Rohsaft wird der Behandlung mit Kalk unterworfen, er wird geschieden. Früher wendete man allgemein und jetzt noch in vielen Fabriken die sogenannte Scheidesaturation an, bei welcher sofort nach der Zugabe des Kalkes in Form von Kalkmilch die Saturation mit Kohlensäure beginnt. Ein großer Teil des Kalkes

wird bei diesem Verfahren, ohne daß er genügend zur Wirkung gekommen ist, in kohlensauren Kalk übergeführt; daher wird bei der Scheidesaturation eine größere Menge Kalk verbraucht als bei der von der Saturation getrennten Scheidung in besonderen Scheidepfannen.

Man unterscheidet die Kalkmilch- oder nasse Scheidung und die Trockenscheidung. Bei beiden löst sich ein Teil des Kalkes in dem Safte auf, während der größere Teil im Safte ungelöst suspendiert bleibt. Die Löslichkeit des Kalkes in Zuckerlösungen hängt von ihrem Gehalte an Zucker, von der Form, in der der Kalk zugesetzt wird, und von der Temperatur ab. Bei gewöhnlicher Temperatur löst sich in dünnem Safte bei längerer Einwirkung annähernd so viel Kalk, daß das Verhältnis zwischen Zucker und gelöstem Kalk ungefähr ein solches ist, daß das Monosaccharat als in Lösung vorhanden angenommen werden kann. Je höher aber die Temperatur des Saftes ist, desto weniger Kalk löst sich auf, sodaß bei der gewöhnlichen Scheidungstemperatur von etwa 80 ° nur 0,25—0,35 Teile Kalk in 100 Teilen eines Saftes, der 10—12 Prozent Zucker enthält, gelöst sind.

Die nasse oder **Kalkmilch-Scheidung** wird durch Zusatz einer dicken Kalkmilch von etwa 20 ° Bé zum warmen Rohsaft ausgeführt. Die dazu nötigen Scheidepfannen sind mit einem einfachen Rührwerk versehen, um die Mischung schnell zu vollziehen. Wird die Kalkmilch direkt in die Saturationspfannen zur Ausführung der Scheidesaturation zugesetzt, so wird die Mischung durch Einleiten von Saturationsgas bewirkt.

In kleineren Betrieben wird die Kalkmilch noch vielfach durch Löschen des Kalkes in flachen Löschpfannen hergestellt. Zweckmäßiger verwendet man zum Löschen aber Löschtrommeln, welche nach Art der Knochenkohlewäschen hergestellt sind und in welchen das Löschen vollkommener und ohne Belästigung der Arbeiter vor sich geht. Als Löschwasser verwendet man die letzten Absüsser der Filterpressen. Wo diese nicht ausreichen, sollte man nicht kaltes Brunnenwasser, sondern das stets im Überschuß vorhandene, reine, kondensierte Wasser der Verdampfapparate oder Dünnsaft nehmen.

Um die im Kalk vorhandenen löslichen Stoffe zu entfernen, ist der Vorschlag gemacht und zur Ausführung gebracht, den Kalk mit viel Wasser zu löschen, die dünne Kalkmilch sich absetzen zu lassen und dann das überstehende Wasser, welches die Unreinigkeiten

gelöst hat, abzulassen. Nun enthalten aber die meisten Kalksorten fast gar keine in Wasser löslichen Salze, von welchen doch nur die Alkalisalze in Betracht kommen, da diejenigen Bestandteile des Kalkes, welche sich schwer oder langsam lösen, wie z. B. kieselsaurer Kalk und Tonerde, durch Auswaschen niemals genügend entfernt werden können, und zwar deshalb nicht, weil gerade diese Bestandteile in den Säften löslicher sind als in Wasser. Ein Nutzen dieses Verfahrens ist also nicht einzusehen; man erschwert sich dadurch nur die Arbeit und begibt sich des Vorteils, den die Kalkmilch in ganz frisch gelöschtem Zustande hat. Je länger nämlich die Kalkmilch steht, desto weniger energisch wirkt sie auf den Saft ein, wahrscheinlich weil der Ätzkalk sich dann mit größeren Mengen Wasser verbindet. Kalk, der längere Zeit in Gruben eingelöscht gewesen ist, scheidet den Saft nur langsam und unvollkommen.

Die **Trockenscheidung** wird jetzt fast nur durch Zusatz von Kalk in ungefähr faustgroßen Stücken zu dem auf mindestens 65—70 ° angewärmten Diffusionssaft ausgeführt. Der Zusatz des Kalkes in Pulverform hat sich wegen der Mühe und Kosten, die das Mahlen des Kalkes erfordert, zum mindesten als überflüssig erwiesen. Sehr häufig, besonders wenn die Zugabe des Kalkpulvers unregelmäßig geschieht und die Rührwerke nicht gut arbeiten, entstehen Nachteile dadurch, daß das Pulver in dem heißen Saft sich zu zähen Klumpen zusammenballt, die sich sehr langsam oder garnicht während der Scheidungsdauer im Saft zerteilen. Der Scheidung wird dann eine größere Menge Kalk entzogen, sie ist unvollkommener und die Saturation wird auch gestört.

Wird der gebrannte Kalk in den heißen Saft gebracht, so fängt er sofort an, sich zu löschen. Da mit der Wasseraufnahme stets eine starke Wärmeentwickelung verbunden ist (1 kg Kalk entwickelt beim Löschen 200 Wärmeeinheiten) und eine örtliche Überhitzung des Saftes sehr unangenehme und schädliche Zersetzungen desselben herbeiführen würde, so ist der Konstruktion der Trockenscheidungspfannen eine große Aufmerksamkeit zuzuwenden, damit solche Übelstände vermieden werden, ganz besonders bei solchem Kalk, der sich sehr schnell und energisch löscht.

Die alte Art der Trockenscheidung durch Einhängen eines mit Kalkstücken gefüllten Korbes mit durchlöcherten Wänden in den Saft

muß durchaus verworfen werden. An eine richtige Trockenscheidungsanlage muß man vielmehr folgende Ansprüche stellen:

1. der Kalk muß in flach ausgebreiteter Schicht mit dem Saft in Berührung kommen,
2. der Saft und gegebenenfalls auch der Kalk muß fortwährend und genügend bewegt werden,
3. die Entleerung der Steine und des Grieses muß leicht und schnell geschehen können.

Diesen Ansprüchen wird genügt, wenn der Kalk in den Pfannen auf einer festen oder sich bewegenden Siebfläche ausgebreitet wird, während der Saft durch ein Rührwerk, welches über und unter der Siebfläche Arme hat, oder durch geeignete Leitung des Saftstromes in Bewegung gehalten wird. An den Pfannen müssen Mannlöcher angebracht sein, durch welche die auf dem Siebe liegenbleibenden Steine und der sich auf dem Boden absetzende Gries hinausgeschafft werden kann, oder die Siebe müssen mit den Steinen zusammen herauszuheben sein.

Die Trockenscheidung sowohl, als auch die Kalkmilchscheidung können ununterbrochen in der Weise betrieben werden, daß der Rohsaft unten in die Scheidepfanne eintritt und im oberen Teil durch einen Überlauf zur Saturation abfließt, während jedes Mal, wenn ein Meßgefäß voll Saft durch die Pfanne fließt, die nötige Menge Kalk zugesetzt wird. Ein besonderes Ventil ist für die Entleerung der Pfanne vorzusehen, um sie leer zu ziehen, wenn sie von Steinen und Gries gereinigt werden muß, was je nach der Beschaffenheit des Kalkes in kürzerer oder längerer Zeit geschehen muß.

Welcher Art von Scheidung man den Vorzug geben soll, hängt von Umständen ab, die mit der Wirkung des Kalkes nichts zu tun haben; denn inbezug auf die Reinigung der Säfte ist ein Unterschied bei richtiger Ausführung der beiden Scheidungsverfahren bisher nicht nachgewiesen worden und theoretisch auch kaum denkbar.

Die Trockenscheidung wird zweckmäßig dort angelegt, wo wenig Absüßer von den Filterpressen erhalten werden und der Kalkofen in der Nähe der Scheidepfanne liegt, sodaß der Kalk ohne Mühe und ohne besondere Transportvorrichtungen zur Scheidung befördert werden kann. Die nasse Scheidung ist in solchen Fabriken angebracht,

die es vorteilhaft finden, den Scheideschlamm stark abzusüßen, und wo der Kalkofen so abgelegen steht, daß der Kalk besser als Kalkmilch gepumpt, als in Stücken befördert wird. Jedoch ist der letztere Grund nicht sehr maaßgebend, da die Scheidepfanne auch stets in die Nähe des Kalkofens verlegt werden kann, wenn man den Diffusionssaft dorthin leitet oder pumpt.

Zu Gunsten der Trockenscheidung ist aber noch anzuführen, daß die Einwirkung des Kalkes dabei schneller und energischer erfolgt, als bei der nassen Scheidung, sodaß bei der ersteren mit einer geringeren Menge Kalk die gleiche Reinigungswirkung erzielt wird. Ferner erhält der trocken geschiedene Saft stets eine größere Menge Kalk im gelösten Zustande, als der mit Kalkmilch geschiedene, und daher verläuft die Saturation etwas schneller und mit besserer Ausnützung des Saturationsgases. Da schließlich auch eine weitgehende Absüßung des Schlammes nicht immer als vorteilhaft angesehen wird, bei einer mittleren Absüßung aber die Menge des Absüßwassers zum Kalklöschen niemals ausreicht, so wird für die nasse Scheidung meistens noch Wasser in der Löschstation zugesetzt, weil man sich meistens und mit Recht scheut, Rohsaft oder gereinigten Dünnsaft zur Löschstation zurückzuführen; daher ist der Kohlenverbrauch in den Fabriken mit nasser Scheidung unter gleichen sonstigen Verhältnissen häufig höher als in Fabriken mit Trockenscheidung. Daß die Säfte bei der Trockenscheidung durch das Löschen des Kalkes im Safte selbst einige Grade angewärmt werden, während die Absüßer sich infolge der Verdunstung beim Kalklöschen abkühlen, soll nur nebenbei erwähnt werden. Im allgemeinen kann man daher, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen, der Trockenscheidung vor der Kalkmilchscheidung den Vorzug geben.

Allerdings muß erwähnt werden, daß man bei einigen Versuchen mit der Trockenscheidung größere Zuckerverluste und geringere Reinheiten gefunden haben will, als mit der nassen Scheidung. Jedoch scheinen diese Versuche insofern fehlerhaft gewesen zu sein, als infolge fehlerhafter Ausführung der Trockenscheidung unlöslicher Zuckerkalk gebildet worden ist, der durch die nachfolgende Saturation nicht zerlegt wurde. Ebenso ist der der Trockenscheidung zugeschriebene Übelstand, daß mit ihr graue Zucker erzeugt werden, in Wahrheit nicht vorhanden, da die graue Färbung, wenn sie auftritt, ganz anderen Ursachen ihre Entstehung verdankt.

Unlöslicher Zuckerkalk kann übrigens sowohl bei der Trockenscheidung, als auch bei der nassen Scheidung entstehen, weil die bei der Scheidung entstehenden unlöslichen Kalksalze die Eigenschaft haben, lösliche Kalksalze, also auch Zuckerkalk mit sich in kleinen Mengen niederzureißen. Unlöslicher Zuckerkalk fällt ferner in geringen Mengen aus allen geschiedenen Säften aus, wenn sie nach der Scheidung stark nachgewärmt werden; dann fällt bei der Trockenscheidung, bei der sich mehr Kalk löst, natürlich auch mehr Zuckerkalk aus als bei der nassen Scheidung. Es ist daher darauf zu achten, besonders bei den trocken geschiedenen Säften, daß sie nach der Scheidung und bevor sie nicht aussaturiert sind, nicht mehr angewärmt werden und daß auch jede örtliche Überhitzung an den Heizflächen und beim Löschen vermieden wird. Infolgedessen muß also die Temperatur des Rohsaftes stets so hoch sein, daß ein Nachwärmen vor der ersten Saturation nicht mehr notwendig ist.

Die **Einwirkung des Kalkes auf den Rohsaft** ist sowohl chemischer, als auch mechanischer Natur. Chemisch wirkt der Kalk ausfällend und zersetzend auf die Nichtzuckerstoffe ein; die **mechanische Reinigung** erstreckt sich auf das Mitreißen der im Rohsafte schwebenden Bestandteile mit den gebildeten Niederschlägen. Im Rohsafte schwebend sind nicht nur die feinen Fasern und Rübenbestandteile, welche durch die Pülpefänger nicht aufgefangen sind, sondern auch alle Körper, die sich bei dem Erwärmen ausgeschieden haben, und schließlich auch eine Menge von Mikroorganismen und Keimen, welche sich bei längerem Stehen des Saftes in sehr unliebsamer Weise durch Inversion des Zuckers und Säuerung des Saftes bemerkbar machen. Alle diese Stoffe werden mit den Niederschlägen mitgerissen. Der so gebildete Schlamm setzt sich leicht zu Boden, während der überstehende Saft hellgelb gefärbt, blank, klar und völlig sterilisiert ist. Eine Scheidung nach oben, wie sie mit dem ausgepreßten Rübensaft zu erzielen ist, ist bei dem Diffusionssaft unmöglich, dagegen ist dieser, mit genügend Kalk versetzt, leicht zu filtrieren.

Die **chemische Einwirkung des Kalkes** auf die Nichtzuckerstoffe erfolgt in der Weise, daß der Kalk zunächst die frei vorhandenen Säuren und die sauren Salze neutralisiert und sich mit einem Teile der organischen und unorganischen Säuren, so besonders mit der Oxalsäure und Phosphorsäure, zu unlöslichen Salzen verbindet; ferner werden alle Körper gefällt, die in kalkalkalischer Lösung

unlöslich sind. Die im Rohsafte mit den ausgefällten Säuren verbunden gewesenen Alkalien, Ammoniak und organischen Basen werden frei und wirken mit dem überschüssig zugesetzten Kalk zusammen weiter auf die Nichtzuckerstoffe ein. Die Alkalien als die stärksten Basen verbinden sich sofort wieder mit den Säuren, welche mit Kalk keine unlöslichen Verbindungen eingehen, soweit solche Säuren vorhanden sind, während Ammoniak und die organischen Basen ungebunden im Saft verbleiben.

Von den gelöst bleibenden organischen Nichtzuckerstoffen erleiden viele in alkalischen Lösungen eine mehr oder weniger weitgehende Zersetzung, so besonders der Invertzucker, die Amide, die Amin- und die löslichen Eiweißstoffe; geronnenes Eiweiß wird aber von Kalk nicht zersetzt. Alle diese Stoffe, die als solche keinen sauren Charakter haben, spalten in heißen, alkalischen Lösungen Säuren ab, während bei den stickstoffhaltigen Stoffen gleichzeitig Ammoniak oder organische Basen entstehen. Die Säuren, welche mit Kalk fast nur lösliche Salze bilden, also nicht ausgefällt werden, verbinden sich zunächst mit den etwa frei vorhandenen Alkalien und erst, wenn diese gebunden sind, mit Kalk.

Der Kalk wirkt also bei der Scheidung einerseits reinigend auf den Saft, indem er durch Ausfällung von Nichtzuckerstoffen die Reinheit des Saftes erhöht, andererseits verändert er die Natur einiger Nichtzuckerstoffe, ohne dabei merkliche Mengen davon zu entfernen. Beide Einwirkungen sind sehr günstig für die weitere Verarbeitung, die letztere ist aber durchaus nicht weniger wertvoll als die erstere. Im allgemeinen ist die **Menge der ausgefällten Nichtzuckerstoffe** geringer als gewöhnlich angenommen wird. Durch die Scheidung und Saturation wird die Reinheit nur um 4 bis 6 Prozent verbessert. Von den auf 100 Teile Trockensubstanz im Rohsaft enthaltenen 12 bis 15 Teilen Nichtzucker werden also nur ein Viertel bis ein Drittel ausgefällt, und zwar etwa 30—50 v. H. der organischen Stoffe, 30—40 v. H. der stickstoffhaltigen Stoffe und 10—20 v. H. der Asche. Dagegen wird **die zersetzende Wirkung des Kalkes** auf die gelöst bleibenden Stoffe häufig zu wenig beachtet und geschätzt. Durch diese Umsetzung verlieren diese Stoffe viele Eigenschaften, welche bei der späteren Verarbeitung, besonders bei der Kristallisation des Zuckers, ungünstig wirken.

Die im Rohsaft vorhandenen Alkalien werden bei der Scheidung nicht entfernt. Ein sehr kleiner Teil derselben wird zwar mit den Kalkniederschlägen bei der Saturation ausgefällt, aber der weitaus größte Teil bleibt gebunden an Säuren oder als freie (nach der Saturation als kohlensaure oder schwefligsaure) Alkalien in Lösung und findet sich schließlich in der Füllmasse wieder.

Der Gehalt des geschiedenen Saftes an freien Alkalien richtet sich ganz nach den Säuren, an welche die Alkalien im Rohsaft gebunden sind. Enthält der Rohsaft viele Säuren, die wie Oxalsäure, Parapektinsäure usw. mit Kalk unlösliche Verbindungen bilden, so reichen die nach der Scheidung gelöst bleibenden Säuren nicht zur Bindung der Alkalien aus; ein größerer Teil bleibt daher frei und wirkt in der Scheidung, sowie bei der weiteren Verarbeitung zersetzend auf Nichtzuckerstoffe ein. In solchen Säften, die also nach der Saturation noch kohlensaure Alkalien enthalten, ist ein Alkalitätsrückgang bei der Verdampfung in keiner Weise schädlich. Kalksalze finden sich in ihnen nicht oder nur in Spuren vor. Die Menge der Alkalien und Alkalisalze wird demnach vermehrt, die der Kalksalze im allgemeinen etwas vermindert, wenn die Diffusion sehr intensiv und mit starker Auslaugung betrieben wird, weil dann Alkalipektinate gelöst werden.

Bilden dagegen die Säuren des Rohsaftes zum größeren Teil mit dem Kalk lösliche Salze, so verdrängen die bei der Scheidung frei gemachten Alkalien entweder bereits in der Scheidung oder in der Saturation den Kalk aus diesen Salzen. Freie oder kohlensaure Alkalien sind in solchen Säften überhaupt nicht mehr vorhanden und die Alkalität, welche schließlich in den Säften gelassen werden muß, rührt dann nicht von Alkalien, sondern von Ammoniak oder organischen Basen oder von Kalk her. Wird in Säften von dieser Beschaffenheit die Zersetzung des Invertzuckers, der Amide, Eiweißstoffe etc. in der Scheidung noch nicht zu Ende geführt, so können die Säfte später neutral oder sauer werden. Soll das vermieden werden, dann muß in solchen Fällen die Saturation des Dünnsaftes nur so weit geführt werden, daß noch freier Kalk darin enthalten ist, der die Zersetzung bei der weiteren Verarbeitung zu Ende bringt und die frei werdenden Säuren bindet. Solche Säfte sind also stets reich an Kalksalzen.

Soweit wie irgend möglich, sollte die Zersetzung der durch Kalk zersetzbaren Nichtzuckerstoffe bereits in der Scheidung vor sich gehen. Diese Zersetzungen aber ganz in dieser Station zu beendigen,

ist unmöglich, weil ein Teil der Stoffe, hauptsächlich Amide und eiweißähnliche Stoffe, sich unter den bei der Scheidung vorhandenen Verhältnissen nur langsam zersetzen und eine allzu lange Dauer oder höhere Temperaturen nicht angewendet werden dürfen, wenn man nicht Gefahr laufen will, unlösliche oder gefällte Nichtzuckerstoffe wieder aufzulösen. Im übrigen sind die Umstände in der Verdampfung für eine völlige Beendigung der Zersetzungen so günstig, wie später gezeigt werden wird, daß es unrichtig wäre, die Scheidung anders auszuführen, als sie für eine richtige Ausfällung der unlöslichen Stoffe und für eine leichte Saturation ausgeführt werden muß.

Als die **für die Scheidung günstigsten Temperaturen** haben sich bei normalen Rüben diejenigen von 70—85 ⁰ erwiesen. Man hat zwar auch eine **kalte Scheidung** versucht und empfohlen, in der Annahme, daß der Kalk bei höheren Temperaturen wieder einen Teil der ausgefällten Stoffe zersetzt und in Lösung bringt, jedoch fehlt für diese Annahme ein Beweis; viele Versuche haben im Gegenteil gezeigt, daß ein merklicher Unterschied zwischen kalt und heiß geschiedenen Säften, wenn die kalt geschiedenen Säfte nach der Filtration erwärmt werden, nicht besteht, solange die Einwirkung des Kalkes innerhalb der in der Praxis üblichen Grenzen bleibt. Die kalte Scheidung ist aber im Betriebe überhaupt nicht durchzuführen, weil der damit erhaltene Schlamm sich nicht schnell genug filtrieren läßt, selbst wenn ihm Stoffe, wie Kieselguhr, beigemengt werden.

Temperaturen über 90 ⁰ oder sogar die Siedetemperatur bei der Scheidung anzuwenden, ist im allgemeinen nicht ratsam. Nur wenn die Rüben sehr schlecht sind und viel Invertzucker und andere, durch Kalk zersetzbare Stoffe enthalten, sind höhere Temperaturen von günstiger Wirkung, jedoch sollte man auch dann längeres Aufkochen der geschiedenen Säfte oder das Kochen überhaupt vermeiden, weil hierbei doch eine Wiederauflösung gefällter Stoffe eintreten kann. Die Ansicht, daß aufgekochte, geschiedene Säfte einen besser filtrierbaren Schlamm nach der Saturation geben, ist nicht zutreffend; dagegen lassen sich die siedend heißen Säfte schwierig saturieren und geben einen zuckerhaltigen Schlamm.

Die **Dauer der Scheidung** muß innerhalb bestimmter Grenzen gehalten werden; bei niedrigen Temperaturen von 70—80 ⁰ ist eine Dauer von etwa 15 Minuten, bei hohen Temperaturen von 5—10 Minuten ausreichend.

Die **Mengen Kalk**, welche man in den verschiedenen Fabriken als notwendig erachtet, schwanken innerhalb recht weiter Grenzen. Zur Neutralisation des Rohsaftes und Ausfällung der durch den Kalk fällbaren Stoffe sind nur etwa 0,15—0,20 v. H. Kalk auf Saft berechnet nötig. Eine wirkliche Scheidung, d. h. also ein sich leicht absetzender Schlamm und ein überstehender klarer Saft, wird erst bei Zusatz von $^1/_2$—$^3/_4$ v. H. Kalk erhalten. Aber auch mit dieser Kalkmenge ist der Betrieb im großen noch nicht durchführbar, weil der so erhaltene Schlamm nach der Saturation sich zu langsam filtrieren läßt. Einen genügend schnell filtrierbaren Schlamm erhält man nach erfolgter Saturation erst bei einem Zusatz von $1^1/_4$—2 v. H. Durch Zusatz von geringen Mengen Kieselguhr zum Rohsaft vor der Scheidung will man eine Ausfällung von Eiweißstoffen erzielt haben, sodaß man den so behandelten Saft nur mit etwa 1 v. H. Kalk zu scheiden braucht, um gut filtrierbare Säfte zu erhalten. Wahrscheinlich wirkt die Kieselguhr aber nur mechanisch ein, indem sie, wie alle porösen Körper, z. B. auch Ziegelmehl, den Schlamm poröser macht, sodaß man den so behandelten Saft, wenn er aus guten Rüben erhalten ist, nur mit geringen Kalkmengen zu scheiden braucht. Ob diese Arbeit rentabel ist, hängt von den Kosten des Zusatzmittels gegenüber der Kalkersparnis ab.

In vielen Fabriken begnügt man sich aber nicht mit dieser praktisch zulässigen Mindestmenge, sondern setzt $2^1/_2$—3 v. H. und noch mehr Kalk dem Rohsaft zu, in der Meinung, daß mit den größeren Kalkmengen auch eine bessere Reinigung des Saftes erzielt wird. Es ist allerdings richtig, daß man bei der Anwendung größerer Kalkmengen Säfte von hellerer Farbe erhält, die auch etwas weniger Kalksalze zeigen, aber in der Reinheit ist ein merklicher Unterschied bei Verwendung größerer oder kleinerer Kalkmengen bisher nicht nachgewiesen. Auch die Umsetzung der durch Kalk zersetzbaren Stoffe kann bei größerer Kalkanwendung nicht schneller oder energischer vor sich gehen, weil hierbei nur der gelöste Kalk wirksam ist und dessen Menge allein von dem Zuckergehalt und der Temperatur und nicht von der Menge des zugesetzten Kalkes abhängig ist. Aus diesem Grunde zeigt sich die in gewisser Hinsicht etwas günstigere Wirkung größerer Kalkmengen auch niemals bei der Scheidung, sondern erst bei der Saturation. Ob diese Vorteile dort aber so groß sind, daß sie die mannigfachen Übelstände, die mit der Anwendung von viel Kalk verknüpft sind, überwiegen, muß für jeden

Fall erwogen werden. Größere Kalkmengen verursachen nicht nur vermehrte Kosten für den Kalk und die Kohlensäure, sondern sie vermehren auch die Menge des Schlammes und der Zuckerverluste darin und erfordern eine größere Zahl Filterpressen und einen größeren Kalkofen. Wo möglichst helle Säfte verlangt werden, also in Fabriken, die Kristall- oder Sandzucker herstellen, erscheint die Verwendung von viel Kalk wohl noch berechtigt, aber kaum in Fabriken, welche gewöhnlichen Rohzucker herstellen. Bei der Verarbeitung sehr schlechter Rüben kann zuweilen auch eine stärkere Kalkzugabe vorteilhaft sein, indem dadurch die Filterpreßarbeit verbessert wird.

Die dem Rohsaft zuzusetzende Kalkmilch wird in gewöhnlichen oder in selbsttätig wirkenden Meßgefäßen abgemessen. Die Kalkmilch muß hierbei stets eine annähernd gleiche Dichte haben, als welche sich die von 20° Bé am besten bewährt hat, weil sonst zu große Schwankungen in der Kalkzugabe stattfinden. Für die Trockenscheidung wird der in möglichst gleichmäßige Stücke zerbrochene Kalk entweder abgewogen oder abgemessen. Obwohl das Abwiegen genauer erscheint, ist das Abmessen doch vorzuziehen, weil bei diesem der Einfluß schlecht gebrannter, also schwererer Stücke weniger groß ist, als bei dem Abwiegen.

Der Kalk soll stets möglichst frisch nach dem Brennen verwendet werden, da er sich dann am leichtesten löscht und am schnellsten einwirkt. Ist er durch längeres Liegen etwas zerfallen, so ist seine Wirkung dadurch, daß sich Kalkhydrat und auch kohlensaurer Kalk gebildet hat, beeinträchtigt; von solchem Kalk muß man größere Mengen als gewöhnlich nehmen. Wird der Kalk unter Beigabe von Brennstoff in dem Ofen gebrannt, so soll man die Asche möglichst von dem Kalk trennen, um eine Verunreinigung der Säfte zu verhüten.

VIII.
Die Saturation.

Zur Ausfällung des Kalkes aus dem geschiedenen Saft dient die Kohlensäure, welche im Kalkofen erzeugt wird. Vielfach befürchtete man früher, daß die Kohlensäure bei dem Einleiten in den Schlammsaft lösend auf die ausgefällten Stoffe einwirken könnte, indem man

sich auf die Tatsache stützte, daß in übersaturierten Säften, also in Säften, die bis zur Neutralität oder sogar bis zur schwach sauren Reaktion mit Kohlensäure behandelt werden, eine schwarze Färbung des Saftes und Schlammes eintritt. Infolgedessen befürwortete man Verfahren, bei denen die im geschiedenen Saft ausgefällten Stoffe zunächst durch Filtration von dem Safte getrennt wurden und dann erst der filtrierte, klare Saft saturiert wurde. Diese Verfahren haben sich aber aus Gründen, die später ersichtlich gemacht werden, nicht bewährt.

Man saturiert demnach jetzt fast allgemein den geschiedenen Saft mit den darin enthaltenen Niederschlägen und dem ungelösten Kalk zusammen. Von der Scheidepfanne fließt der geschiedene Schlammsaft in die **Saturationspfanne;** wo die Scheidesaturation üblich ist, ist sie natürlich gleichzeitig die Scheidepfanne. Die Saturationspfannen sind runde oder viereckige, offene oder geschlossene Gefässe von oft beträchtlicher Höhe. In ihrem unteren Teile befinden sich die Verteilungsvorrichtungen für das Saturationsgas, sowie Heizschlangen oder Dampfschnattern.

Die einfachsten und meistens angewendeten **Verteilungsvorrichtungen für das Saturationsgas** sind gelochte Rohre. Sie verteilen das Gas recht gut, haben aber den Nachteil, daß sich die Löcher bei der gewöhnlichen Saturation sehr leicht verstopfen, besonders wenn sie nur klein sind. Da das Aufbohren der Löcher in den Pfannen selbst eine unangenehme und für die Arbeiter gefährliche Arbeit ist, so sind besonders an den viereckigen Pfannen Einrichtungen getroffen, daß man die gelochten Rohre von außen herausziehen und durch neue ersetzen kann. Um solche Reinigungsarbeiten ganz zu vermeiden, verwendet man unten offene Verteilungskasten, deren untere Ränder zur Verteilung des Saturationsgases gezackt sind und deren Wände häufig auch noch mit Löchern versehen sind. Auch Rohre mit Schlitzen, welche auf der untern Rohrseite quer zur Längsrichtung angebracht sind und durch Schaber, die auf einer drehbaren Axe sitzen, dauernd gleichmäßig offen gehalten werden, haben sich gut bewährt.

Die **Ausnützung der Kohlensäure** des Saturationsgases ist nicht nur von der Verteilung des Gases abhängig, sondern auch von der Höhe der Saftsäule, welche es durchstreichen muß, und ganz besonders auch von der Höhe der Alkalität der Säfte. Zur innigen Mischung

des Gases mit dem Saft werden turbinen- oder injektorartige Einströmungsvorrichtungen empfohlen, sowie auch Rührwerke, die den Saft bewegen und die Blasen zerteilen sollen. Ob durch solche Einrichtungen eine wesentlich bessere Ausnützung erzielt wird, als bei den oben erwähnten, ist durch Versuche nicht bewiesen. Bei sonst gleichen Verteilungseinrichtungen wird von dem Saft um so mehr Kohlensäure absorbiert, geht also die Saturation um so schneller vor sich, je höher die Alkalität des Saftes ist. Bis zu einer Alkalität von 0,15—0,18 ist die Ausnützung der Kohlensäure noch wenig verschieden, von da ab nimmt sie aber in ziemlich stark steigendem Maaße ab. Es zeigt sich dies besonders deutlich bei der später zu erwähnenden stetigen Saturation, bei der in der ersten Pfanne mit 0,15—0,20 Alkalität in einem gegebenen Falle 60—70 v. H. der vorhandenen Kohlensäure ausgenutzt wurde, in der zweiten Pfanne mit 0,08—0,10 Alkalität nur noch 50—55 v. H. und in der zweiten Saturation bei 0,04—0,05 Alkalität nur noch 45—50 v. H.

Es gehen also ziemlich bedeutende Mengen der Kohlensäure verloren. Um diese auch noch zum größeren Teil auszunützen, wird vorgeschlagen, in die abziehenden Gase fein zerstäubten Saft einzuspritzen; jedoch hat sich dieser an und für sich gute Gedanke nicht praktisch ausführen lassen, weil die Saftzerstäuber sich verstopfen. Ausführbar ist dagegen das Absaugen der abziehenden Gase, die 12—15 v. H. und mehr Kohlensäure enthalten, mittels Pumpen oder Dampfstrahlapparaten, um sie dann von Neuem in den Saft zu drücken, der sich natürlich in einer besondern Pfanne befinden muß. Meistens liegt aber kein Bedürfnis zu einer solchen Verwendung der Abgase vor, da dort, wo der notwendige Kalk in den Öfen gebrannt wird, Kohlensäure im Überschuß vorhanden ist.

Die Temperatur des Saftes ist für die Ausnützung des Gases von geringer Bedeutung; es scheint aber, daß höhere Temperaturen dafür eher günstiger, als ungünstiger sind.

Während der Saturation nimmt die Temperatur des Saftes ab, da die abziehenden Gase Wasserdämpfe mitnehmen und sich auch selbst im Saft erwärmen. Zum Teil wird dieser Wärmeverlust dadurch ausgeglichen, daß bei der Bildung von kohlensaurem Kalk aus Kalkhydrat und Kohlensäure Wärme frei wird und zwar 330 W. E. auf 1 kg Ca O. Der Wärmeverlust ist um so größer, je höher die Temperatur des Saftes, je niedriger der Kohlensäuregehalt des

Gases ist, weil dann um so mehr Gas hindurch geleitet werden muß, und je mehr Kalk auszusaturieren ist. Im allgemeinen kann man die Abnahme der Temperatur des Saftes bei Anwendung von 2 v. H. an Kalk, bei 80° Safttemperatur und 25—30 v. H. Kohlensäuregehalt des Gases mit 5—8° C einsetzen. Infolge dieser Temperaturermäßigung kann es nötig oder vorteilhaft werden, den Saft nachzuwärmen.

Zum **Anwärmen des Schlammsaftes** in den Saturationspfannen selbst eignen sich geschlossene Heizschlangen nicht, weil sie sich leicht und schnell mit Stein belegen, also unwirksam werden. Der Steinansatz ist gewöhnlich nicht eine Folge der Saturation als solcher, sondern eine Folge des unterbrochenen Betriebes, ebenso wie das Zusetzen der Kohlensäureverteiler. Beim Entleeren der fertigen Pfanne bleibt stets etwas Schlamm auf den Schlangen oder in den Löchern der Kohlensäureverteiler hängen, er trocknet dort an oder brennt sich fest, und so entsteht in kurzer Zeit an diesen Stellen eine dicke Steinkruste. Ist man daher genötigt, den Saft in diesen Pfannen anzuwärmen, so benutzt man dazu meistens Dampfschnattern. Im allgemeinen soll aber, wie oben nachgewiesen ist, die Anwärmung des geschiedenen Saftes vor beendeter Saturation vermieden werden. Dagegen ist die Anwärmung des fertig saturierten Saftes auf eine hohe Temperatur stets sehr vorteilhaft. Um die Verdünnung des Saftes, welche bei der Anwärmung mit Dampfschnattern eintritt, zu vermeiden und um die billigen Dämpfe der Verdampfung dazu zu benutzen, empfiehlt es sich, den saturierten Saft aus der Pfanne durch einen geschlossenen Röhren-Vorwärmer zu pumpen, der mit Dämpfen von mindestens 100° beheizt wird. Wesentliche Steinabsätze auf den Heizröhren sind hier nicht zu befürchten, wenn der Schlammsaft oben in den Vorwärmer eingeführt und unten abgeleitet wird und wenn der Vorwärmer im Betriebe stets gefüllt bleibt.

Die **Höhe des Saftstandes** in den Pfannen muß, wie oben bereits gezeigt ist, möglichst groß sein, um die Kohlensäure gut auszunützen, natürlich nicht größer, als daß die Kohlensäurepumpe den Gegendruck noch mit Leichtigkeit überwindet. Auch der überstehende Teil der Pfanne, der Steigraum, soll möglichst hoch sein, mindestens 3 m, besser 4—5 m, damit der beim Saturieren entstehende Schaum den nötigen Raum vorfindet. Der hohe Steigraum ist das beste Mittel gegen das Überschäumen; je höher er ist, desto weniger

andere Mittel sind notwendig. Zu solchen anderen Mitteln gehören die Schaumschlägerschlangen und Fettzusatz. Die Dampfschaumschläger verbrauchen viel Kesseldampf und verdünnen den Saft. Zusatz von Fetten und Ölen kostet ebenfalls Geld, außerdem verunreinigen ungeeignete Sorten auch die Säfte oder verursachen Schwierigkeiten in den Schlammpressen, bei denen besonders die nicht verseifbaren Fette schlechtes Filtrieren verursachen sollen. Immerhin kann man häufig die Anwendung geringer Mengen Öl oder Fett nicht vermeiden. Dann soll man solche nehmen, die eine möglichst große Viskosität haben, wie Talg, Rizinusöl etc., weil man von diesen die geringsten Mengen braucht, und ausserdem Einrichtungen treffen, daß die zugegebenen Mengen kontrolliert werden können. Bewährt hat sich hierbei die Aufstellung eines größeren Gefäßes mit Höhenstandzeiger, aus welchem das Öl durch eine Rohrleitung nach den Pfannen gedrückt oder gepumpt wird. Der Druck kann zweckmäßig durch Verbindung mit der Kohlensäurepumpe hergestellt werden.

Die **Abführung der ausgenutzten Gase** aus den Pfannen geschieht durch Brüdenrohre, die einen großen Durchmesser haben, damit sich etwa mitgerissener Schaum noch in ihnen absetzen kann. Zuweilen schaltet man in ihnen noch einen erweiterten Teil als Saftfänger ein. Wenn nicht jede Pfanne ihr eigenes, in's Freie führendes Brüdenrohr hat, wenn also ein gemeinsames Rohr für mehrere Pfannen vorhanden ist, so ist darauf zu achten und sind Einrichtungen zu treffen, daß der Schaum nicht aus einer Pfanne in die andere übersteigen kann, weil dann unsaturierter Saft in eine fertig saturierte Pfanne gelangt, wodurch der Schlamm schlechter filtrierbar wird und die Schlammpressen verschmiert werden können. Am besten läßt man die Brüdenrohre der einzelnen Pfannen oben in das gemeinsame Sammelrohr einmünden und zieht den sich hier ansammelnden Saft zeitweise in eine frisch gefüllte Pfanne ab. Zur Untersuchung der abziehenden Gase auf den Kohlensäuregehalt verbindet man das Brüdenrohr mit einem Gassammler, aus welchem die Proben zur Untersuchung entnommen werden.

Das Saturationsgas wird fast überall durch **Pumpen** in den Saft gedrückt. Diese Pumpen sollen nicht durch Transmission betrieben werden, sondern mit einem eigenen Dampfzylinder versehen sein, damit man ihre Umdrehungzahl jederzeit nach dem Bedarf an Kohlensäure regeln kann; neuerdings werden auch elektrisch betriebene

Ventilatoren angewendet. Dampfinjektoren, die zuweilen zum Einführen des Saturationsgases dienen, sind wenig empfehlenswert, da sie viel Dampf verbrauchen, die Säfte stark anwärmen und verdünnen, falls sie nicht vor dem Laveur aufgestellt werden, und auch keinen großen Gegendruck überwinden; zur Aushülfe bei Reparaturen an der Pumpe sind sie aber brauchbar.

Die **Saturation des geschiedenen Saftes** erfordert große Aufmerksamkeit seitens des sie leitenden Arbeiters; denn eine schlecht geführte oder langsame Saturation verschlechtert die Säfte und ruft große Störungen im Schlammpressenbetriebe hervor. Das Amt des Saturationsarbeiters ist daher ebenso verantwortungsvoll, wie das des Batterieführers, besonders wenn die Säfte an und für sich von schlechter Beschaffenheit sind. Wo eine besondere Scheidungstation vorhanden ist, hat sich der Arbeiter vor dem Anstellen der Kohlensäure häufig zu überzeugen, daß der Saft gut geschieden ist. Die mit dem Löffel genommene Probe muß dann einen leicht absetzbaren Schlamm und einen überstehenden, klaren Saft zeigen, das Filtrat muß bei der Trockenscheidung eine Alkalität von 0,25—0,35 je nach der Temperatur des Saftes haben, bei der Kalkmilchscheidung etwas weniger.

Sobald die Saturationspfanne auf die richtige Höhe gefüllt ist, wird das Ventil für das Saturationsgas geöffnet, und zwar anfangs nur wenig, weil gerade in der ersten Zeit die Säfte am stärksten schäumen. Damit die Pumpe trotzdem ihren Gang unverändert beibehalten und das Gas auch besser ausgenutzt werden kann, öffnet man nicht blos das Ventil einer Pfanne, sondern an 2 oder 3 Pfannen, und zwar derart, daß die am weitesten saturierte Pfanne, deren Saft am wenigsten schäumt, die meiste Kohlensäure erhält und die folgenden weniger. Voraussetzung für diese Arbeitsweise ist, daß alle Pfannen stets gleichmäßig hoch mit Saft gefüllt werden. Geschieht das nicht, so dringt das Gas trotz des weniger geöffneten Ventils in die weniger gefüllte Pfanne am stärksten ein, weil dort der Gegendruck ein geringerer ist, und daher ist diese Pfanne schon vor den anderen, längeranstehenden fertig saturiert. Die zur Überwachung und Regelung der Saturation nötige Reihenfolge der Pfannen ist dann nicht mehr einzuhalten.

Während des Saturierens nimmt der Arbeiter häufig Löffelproben und beobachtet das Absetzen des Schlammes darin. Bei oben offenen Pfannen geschieht die Probenahme durch einen mit langem Stiel

versehenen Löffel oder mittelst einer kleinen Pumpe; bei geschlossenen Pfannen, wo der Arbeiter unten an der Pfanne steht, wird die Probe durch einen Hahn genommen. Gut geschulte Arbeiter können nach dieser Probe ganz zuverlässig saturieren; in manchen Fabriken saturiert der Arbeiter auch nach anderen äußeren Anzeichen, z. B. nach dem in den Pfannen hörbaren Geräusch des durchströmenden Gases.

Das Verhalten des Saftes bei der Saturation ist, soweit es die Äußerlichkeiten anbetrifft, folgendes: Alsbald nach dem Beginn der Kohlensäure-Einströmung beginnt der Schlammsaft sich zu verdicken, und zwar um so mehr, je zuckerhaltiger er ist, mit je größerer Dichte also der Rohsaft abgezogen ist. In der Löffelprobe zeigt der Niederschlag sich gelatinös und setzt sich nicht mehr ab. Die Folge dieser gelatinösen Beschaffenheit ist das schon erwähnte Schäumen zu Beginn der Saturation und das starke Geräusch bei dem Durchströmen des Gases. Ein Abfiltrieren des Saftes in dieser Zeit ist ganz unmöglich; wenn dieser Schlammsaft durch Zufall oder Nachlässigkeit in die Schlammpressen gelangt, so verschmieren sich die Tücher sofort. Bei dem weiteren Einleiten des Saturationsgases nimmt die gelatinöse Beschaffenheit des Saftes wieder allmählich ab, das Gas dringt in immer gleichmäßigerer Weise und in immer kleineren Blasen durch den flüssiger werdenden Schlammsaft, das Schäumen hört ganz auf und schließlich erhält man einen Saft, aus dem sich der Niederschlag wieder schnell und leicht absetzt und der leicht abzufiltrieren ist.

Während dieser Saturation sinkt natürlich die Alkalität des Saftes, aber nicht in gleichmäßiger Weise. In der ersten Zeit sinkt die Alkalität zwar schnell von 0,25—0,35 auf etwa 0,15—0,18. Auf diesem Punkte bleibt sie aber lange fast unverändert stehen, weil sich dann ungefähr ebensoviel Kalk wieder im Safte löst, wie durch die Kohlensäure ausgefällt wird. Ist schließlich der letzte Kalk gelöst, so sinkt die Alkalität schnell von 0,15—0,18 auf 0,06—0,10, also auf diejenige Höhe, welche man als richtig für die beste Beschaffenheit und leichte Filtrierbarkeit der Säfte der I. Saturation erkannt hat. Gerade zum Schluß muß also der Arbeiter die Saturation sehr aufmerksam verfolgen, um die Säfte nicht überzusaturieren.

In allen Fabriken, in denen man überhaupt auf eine chemische Überwachung Wert legt, titriert man zum Schluß jede Pfanne, um völlig sicher Säfte von richtiger und gleichmäßiger Alkalität zu

den Filterpressen zu schicken. Die Löffelprobe wird daher nur zum vorläufigen Erkennen der Saturation benutzt. Die zweckmäßigste Höhe der Endalkalität schwankt nach der Beschaffenheit und Zusammensetzung der Säfte zwischen 0,06—0,10 v. H., Indikator Phenolphtaleïn, oder 0,08—0,12 v. H. Kalk Indikator Rosolsäure.

Die chemischen Vorgänge bei der Saturation sind noch nicht völlig aufgeklärt. Bei dem Einleiten der Kohlensäure entsteht zunächst nicht nur kohlensaurer Kalk, sondern auch eine Doppelverbindung von kohlensaurem Kalk, Zuckerkalk und vielleicht auch Ätzkalk. Diese Verbindung bildet den gelatinösen Niederschlag, welcher größere Mengen Zucker in Form von unlöslichem Zuckerkalk einschließt. Sie entsteht um so reichlicher und verdickt den Saft also um so mehr, je kälter die Saturation vor sich geht und je zuckerhaltiger der Saft ist; außerdem spielen bezüglich der Menge dieser Verbindung und ihrer Zusammensetzung noch andere, unbekannte Ursachen mit. Durch Erwärmen und Verdünnen wird die Verbindung teilweise, bei fortgesetzter Behandlung mit Kohlensäure schließlich gänzlich zersetzt. Bei der Saturation im Betriebe wird die Menge der zu Anfang entstandenen Doppelverbindung also immer geringer und schließlich ist, wenn die Alkalität auf die als richtig erkannte Grenze gebracht ist, meistens nichts mehr davon vorhanden; in manchen Fällen verzögert sich aber die Zersetzung doch so, daß kleine Mengen der Doppelverbindung im Schlamm verbleiben und die höheren Zuckerverluste darin verursachen.

Außer dieser Wirkung der Saturation, welche mit der Neutralisation des Kalkes unmittelbar zusammenhängt, treten noch andere Nebenwirkungen ein, die teils günstiger, teils ungünstiger Natur sind. Eine günstige Wirkung ist die Ausfällung eines, wenn auch häufig nur kleinen Teiles der in alkalischen Säften löslichen Kalksalze mit dem kohlensauren Kalk zusammen. Auch diese Ausfällung kann wohl nur auf die Bildung von Doppelsalzen zurückgeführt werden, und zwar werden um so mehr Kalksalze mitgerissen, je mehr Kalk zur Scheidung angewendet wurde, je mehr kohlensaurer Kalk also in dem Safte gebildet und ausgefällt wird.

Ein weiterer Erfolg der Saturation ist die Beschwerung der leichteren, schleimigen oder flockigen, organischen oder anorganischen Niederschläge, die bei der Scheidung entstanden sind, mit kohlensaurem Kalk. Die Ausscheidung des kohlensauren Kalkes geht nämlich nicht

plötzlich vor sich, sondern braucht stets eine, wenn auch nur kurze Zeit; der Niederschlag bildet sich leichter und schneller, wenn ihm Anregungspunkte gegeben werden, und zu diesen gehören die im Safte schwebenden Schlammteilchen. Die erwähnten Teilchen, welche als solche sich nur langsam und schlecht filtrieren lassen, werden mit einer Hülle von kohlensaurem Kalk ganz oder teilweise umgeben, verlieren dadurch ihre schleimige oder gelatinöse Beschaffenheit mehr oder weniger und lassen sich mithin wesentlich besser abfiltrieren. Saturierte Säfte lassen sich daher stets besser filtrieren als die nur geschiedenen, selbst wenn diesen kohlensaurer Kalk, Kieselguhr etc. zugesetzt wird, weil eben die Vermischung nicht die Beschwerung bei der Saturation ersetzen kann.

Als eine zuweilen auftretende, ungünstige Wirkung der Saturation ist anzuführen, daß auch nach normaler Beendigung derselben zeitweise eine merkliche Menge Zucker als Zuckerkalk im Schlamm verbleibt.

Der Gehalt des Niederschlages, also des Schlammes an **unlöslichem Zuckerkalk** kann nach dem Vorhergehenden überhaupt auf drei Ursachen zurückgeführt werden, nämlich: 1. auf die Ausfällung von Zuckerkalk bei der Scheidung durch örtliche Überhitzung des Saftes oder durch stärkeres Anwärmen nach der Kalkzugabe, 2. darauf, daß ein Teil des bei Beginn der Saturation in Form der Doppelverbindung ausgefällten Zuckerkalkes auch nach beendeter Saturation ungelöst bleibt, und 3. darauf, daß Zuckerkalk mit den bei der Scheidung oder bei der Saturation ausfallenden, unlöslichen Kalkverbindungen zusammen ausfällt. Die Mengen Zuckerkalk, welche durch eine dieser Ursachen unlöslich werden und bleiben, sind im allgemeinen sehr gering; sie können aber unter ungünstigen Umständen, wenn alle drei Ursachen zusammen wirken, merklich werden. Die Folgen solcher Zuckerkalkausfällung sind ein hoher Zuckergehalt im Schlamm der Filterpressen, der nur durch längeres Absüßen zu erniedrigen ist, und eine geringe Verminderung der Reinheit des Saftes, weil bei ungenügendem Absüßen auf die gleiche Menge Nichtzucker weniger Zucker vorhanden ist oder bei verlängertem Absüßen verhältnismäßig mehr Nichtzucker gelöst wird.

Wenn die Menge des ausgefällten Zuckerkalkes eine erhebliche ist, wenn also der Schlamm sich schlecht aussüßen läßt, so sucht man dem Übelstande in der Weise abzuhelfen, daß man die Alkalität so

weit wie möglich herunterdrückt. Da aber der unlösliche Zuckerkalk mit Sicherheit erst in ätzkalkfreien Säften zersetzt wird, so wird sogar empfohlen, den Schlammsaft **überzusaturieren,** wenn der Schlamm sich in den Filterpressen schlecht aussüßen läßt, d. h. also in dem Saft nicht nur die Kalkalkalität, sondern auch die Alkalialkalität teilweise oder ganz abzustumpfen. Saft und Schlamm erhalten dann eine dunkle, fast schwarze, schlechte Farbe; diese wird dadurch hervorgerufen, daß aus dem glucinsauren und apoglucinsauren Kalk, welche wenig gefärbte Lösungen geben, die entsprechenden Kali- und Eisen-Verbindungen entstehen, welche dunkle Lösungen geben. Der Schlamm setzt sich nicht mehr gut ab und der überstehende Saft ist trübe. Ein solcher übersaturierter Saft würde sich also direkt nicht filtrieren lassen. Mischt man ihm aber wieder etwas Kalkmilch oder frisch geschiedenen Saft zu, sodaß die Alkalität auf mindestens 0,10 steigt, so bekommt das Gemisch dem äußeren nach genau dasselbe Verhalten und Aussehen wie richtig auf diese selbe Alkalität saturierter Saft.

Die Übersaturation erzeugt demnach zweifellos schlechtere Säfte, indem durch die Einwirkung der Kohlensäure auf die von Ätzkalk freien oder sogar ganz neutralen oder schwach sauren Säfte organische Nichtzuckerstoffe sowie gefällte Kalksalze und Farbstoffe wieder gelöst werden. Ob nun bei dem Vermischen des übersaturierten Saftes mit Kalkmilch oder geschiedenem Saft alle gelösten Nichtzuckerstoffe wieder ausfallen, ist noch nicht nachgewiesen; jedenfalls spricht aber die Wahrscheinlichkeit dafür, da in dem Verhalten solcher Säfte im Betriebe gegenüber den direkt richtig saturierten Säften kein Unterschied zu merken ist, wenn die Säfte nicht zu stark übersaturiert wurden und nachher wieder so viel Kalk zugeführt wurde, daß das Gemisch mehr als 0,10 Alkalität zeigte und daher nochmals kurze Zeit saturiert werden mußte.

Im Vorstehenden ist die Saturation, wie sie gewöhnlich ausgeführt wird, beschrieben worden, nämlich die Saturation jeder Pfanne voll Saft für sich allein. Da nun ein ununterbrochener Betrieb stets gewisse Vorteile hat, so sind im Laufe der Jahre auch bei der Saturation viele Versuche in dieser Richtung gemacht worden. Die Versuche, bei denen man eine **stetige Saturation** in der Weise auszuführen trachtete, daß der geschiedene Saft mit dem Saturationsgas zusammen durch gekrümmte Rohrleitungen getrieben werden sollte, um gleichzeitig durch eine innigere Berührung von Saft und Gas

eine bessere Ausnützung der Kohlensäure zu erhalten, scheiterte an der Unmöglichkeit, eine gleichmäßige Alkalität einzuhalten; bald waren die Säfte beim Austritt aus dem Rohr zu wenig saturiert, bald übersaturiert. Es wurde hierbei übersehen, daß zur Erzielung gleichmäßiger Alkalitäten stets größere Saftmengen auf einmal in Arbeit genommen werden müssen, weil der Gehalt des Saturationsgases an Kohlensäure, wie derjenige des Saftes an Kalk ziemlich stark wechselnd ist. Die besten Erfolge hat man daher mit einer ganz einfachen, stetigen Saturation erzielt, welche in der Weise ausgeführt wird, daß der geschiedene Saft ununterbrochen in eine gewöhnliche Saturationspfanne mit guten Verteilungsvorrichtungen für das Saturationsgas einfließt, während gleichzeitig fast die ganze notwendige Menge des Saturationsgases in eben diese Pfanne eingeleitet wird. Da das Saturationsgas ohne Unterbrechung einströmt, so kann man hier gelochte Rohre als Verteiler nehmen, weil sich die Löcher unter diesen Umständen nicht so leicht zusetzen. Als zweckmäßige Verteilungsvorrichtung hat sich ein horizontal liegendes, kreuzförmiges Rohrstück erwiesen, an dessen Armen die Löcher sämtlich auf einer Seite liegen. Durch das ausströmende Gas erhält der Pfanneninhalt eine drehende Bewegung, wodurch eine bessere Verteilung der Gas-

will, nimmt aber auch hier

igsvorrichtungen. Aus dieser

beinahe fertig saturierte Saft durch ein

oben nach unten führendes Übersteigrohr in die zweite Pfanne über, in welcher er noch mit so viel Kohlensäure behandelt wird, daß er stets die richtige Alkalität hat, worauf er aus dieser Pfanne oder besser aus einer dritten Pfanne, in welche er entsprechend dem Zulauf überfließt, abgepumpt wird. Diese letzte Pfanne kann durch einen Vorwärmer ersetzt werden. Durch sorgfältiges Regeln des Saftzuflusses und der Einströmung des Saturationsgases läßt sich auf diese Weise eine sehr gleichmäßige und gute Saturation erzielen.

Als sehr vorteilhaft, für den Erfolg vielfach ausschlaggebend, hat sich eine selbsttätige Regelung des Saftzuflusses erwiesen. Sie wird in der Weise erzielt, daß der Saft aus der zweiten oder Nachsaturationspfanne in ein Schwimmergefäß übersteigt, aus welchem unten die Leitung zur Schlammpumpe abgeht. Läuft mehr Saft aus der Pfanne zu, als aus dem Schwimmergefäß abgepumpt wird, so steigt der Saft und hebt einen Schwimmer hoch, dessen Bewegung durch eine Hebelstange auf eine Drosselklappe übertragen wird,

welche in die Saftleitung zur ersten Saturationspfanne eingeschaltet ist. Diese Klappe schließt sich, wenn der Schwimmer seine höchste Stelle erreicht hat, und öffnet sich wieder, wenn die Pumpe genügend Saft weggeschafft hat. Der Arbeiter braucht sich daher um den Saftstrom garnicht zu bekümmern; er kann seine ganze Aufmerksamkeit auf die Saturation lenken und diese nach häufig auszuführenden Titrationen oder mittels präparierten Phenolphtaleinpapiers durch das Kohlensäureventil genau auf der vorgeschriebenen Höhe halten. Titriert wird nur der Saft aus der zweiten Pfanne, während bei der ersten darauf zu achten ist, daß der Saft noch nicht ganz fertig saturiert ist.

Vielfach arbeitet man nur mit einer Pfanne. Abgesehen davon, daß diese Arbeitsweise weniger sicher in der dauernden Erhaltung einer gleichbleibenden Alkalität ist, ist dabei auch die Ausnützung der Kohlensäure eine schlechtere. Wenn mit 2 Pfannen gearbeitet wird, ist die Alkalität in der ersten etwa 0,15—0,18 und in der zweiten erst 0,07—0,10. Die größte Menge des Saturationsgases strömt hier durch einen Saft von 0,15 – 0,18 Alkalität, in welchem es wesentlich höher als in der zweiten ausgenützt wird. Bei einer einzigen Pfanne zur stetigen Saturation muß aber die Alkalität in ihr dauernd auf 0,06—0,10 gehalten werden; das sämtliche Saturationsgas strömt also durch diesen niedrig alkalischen Saft und wird dementsprechend schlechter ausgenützt.

Die **chemischen Vorgänge bei der stetigen Saturation** sind insofern etwas anders, wie bei der gewöhnlichen, als bereits in der ersten Pfanne dauernd ein ziemlich weit saturierter Saft enthalten ist. Mit diesem wird der frisch zulaufende, geschiedene Saft immer sofort gemischt, sodaß die einzelnen Stadien der Saturation in einer einzelnen Pfanne nicht oder nur ganz vorübergehend auftreten können. In dem Schlammsaft ist daher wenig oder nichts von der gelatinösen Doppelverbindung vorhanden, infolgedessen geht die Saturation gleichmäßiger und schneller vor sich. Da eine schnelle Saturation stets einen guten Einfluß auf die Beschaffenheit der Säfte ausübt, so ist die stetige Saturation auch aus diesem Grunde der gewöhnlichen überlegen. Diese Vorteile können aber nur dann erhalten werden, wenn die Scheidung noch sorgfältiger als bei der gewöhnlichen Arbeit ausgeführt wird, da mit dem Eintritt des geschiedenen Saftes in die erste Pfanne die Wirkung des Kalkes aufhört.

Zur Bindung des Kalkes wendet man in der ersten Saturation fast überall nur die Kohlensäure an. Es sind aber auch Versuche

gemacht, mit der Kohlensäure zugleich schwefelige Säure einzuführe bei welcher Arbeitsweise man hellere und bessere Säfte erhalt haben will. Die Richtigkeit dieser Beobachtung vorausgesetzt, wi man aber doch wohl selten dieses Verfahren einführen, da es d Saturation verteuert und ihre Beaufsichtigung erschwert.

Störungen bei der Saturation zeigen sich hauptsächlich dur einen zu langsamen Verlauf derselben. Ursachen hierfür gibt sehr viele. Daß ein kohlensäurereiches Gas die erste Bedingung f eine schnelle Saturation ist, ist selbstverständlich; aus einem solch Gase wird nicht nur absolut, sondern auch prozentisch mehr Kohle säure absorbiert, als aus einem ärmeren Gase. Dann muß aber au die nötige Menge Saturationsgas in die Säfte gedrückt werden. I die Kohlensäurepumpe zu klein oder arbeitet sie fehlerhaft, so wi die Saturation stets ungenügend sein. Die Größe des Pumpe zylinders sollte daher sehr reichlich genommen werden, sodaß unt normalen Verhältnissen eine geringe Umdrehungzahl der Pump genügt, etwaige Fehler aber, wie z. B. Undichtigkeiten des Kolben der Ventile oder Klappen oder ein geringerer Gehalt des Gas durch den schnelleren Gang der Pumpe ausgeglichen werden könne Die Menge des Gases oder die Leistungsfähigkeit der Pumpe wir auch dann verringert, wenn die Druckverminderung im Saugrohr z groß wird. Eine gewisse Druckverminderung ist im Saugrohr infolg der Widerstände in dem Rohr selbst und in den Laveuren stets vo handen, jedoch sollte sie nicht größer sein, als einer Wassersäul von höchstens $^3/_4$—1 m entspricht. Um sie zu messen und um di Stelle, wo ein zu großer Widerstand stattfindet, leicht zu finden empfiehlt es sich, vor und hinter jedem Laveur, sowie an de Pumpe Wasservakuummeter anzubringen. Man findet dann sofort, o der größere Widerstand durch unregelmäßige Arbeit der Laveure ode durch Verstopfung der Rohrleitung mit Flugasche aus dem Kalkofe veranlaßt ist.

Zu langsames Saturieren oder vielmehr eine Verlängerung de Saturationsdauer tritt auch ein, wenn dem Saft zu viel Kalk zugesetz ist, wenn also die Kalkmilch zu dick gemacht oder zu viel Trocken kalk eingeworfen ist.

Außer diesen leicht erklärbaren oder auffindbaren Ursache einer verlangsamten Saturation gibt es noch andere, die wahrschein lich mit der Beschaffenheit der Diffusionssäfte zusammenhängen, di

aber eine wirklich nachgewiesene Erklärung noch nicht gefunden haben. Wahrscheinlich ist nur, daß auch hier die Pektinstoffe eine Rolle spielen, da ein auf die schlechte Beschaffenheit der Diffusionssäfte zurückzuführendes schlechtes Saturieren nur bei der Verarbeitung unreifer, stark gedüngter und schlechter Rüben auftritt und mit der Art und Weise der Diffusionsarbeit zusammenhängt. Diese Pektinstoffe scheinen, wenn sie in reichlicherer Menge im Safte vorhanden sind, in Verbindung mit Kalk den Saft ähnlich zu verdicken, wie der Zucker selbst, nur daß diese so veranlaßte Verdickung weniger leicht zu beheben ist und daher die Saturation länger verschlechtert wird. Als Mittel hiergegen empfiehlt sich eine Abänderung der Diffusionsarbeit in der Weise, daß möglichst schnell und mit nicht zu hohen Temperaturen gearbeitet wird. Bei jeder verlangsamten Saturation, gleichgiltig welche Ursache sie veranlaßt, leidet die Güte der Säfte, sowohl was die Farbe, als auch was die Reinheit betrifft. Daher soll man sich stets bemühen, den Grund dafür so schnell wie möglich zu finden und den Übelstand zu beseitigen. Bedeutend erleichtert wird die Auffindung der Ursache der langsamen Saturation, wenn man regelmäßig Untersuchungen der abziehenden Gase macht, besonders bei der stetigen Saturation. Man weiß dann, wie hoch der Kohlensäuregehalt dieser Gase bei normaler Arbeit ist und kann bei langsamer Saturation sofort finden, ob eine schlechte Absorption der Kohlensäure deren Ursache ist.

Eine unangenehme Störung beim Saturieren wird durch zu starkes Schäumen der Säfte veranlaßt. Auch diese Erscheinung hängt mit der Beschaffenheit der Rüben und der Art der Diffusionsarbeit zusammen und tritt gewöhnlich mit einer verschlechterten Saturation zusammen auf, sodaß die Ursachen beider Übelstände jedenfalls die gleichen sind. Sollte das Schäumen so stark sein, daß ein hoher Steigraum noch nicht genügt, so hilft allein ein verstärkter Zusatz von Öl oder Fett. Bei der stetigen Saturation ist die Schaumbildung selten stark, sodaß man hier mit wenig Öl oder ganz ohne Öl auskommt. Wenn Schaum durch die Brüdenrohre mit den abziehenden Gasen mitgerissen wird, so geht natürlich Zucker verloren. Man will aber auch ohne Schäumen der Säfte merkliche Mengen Zucker in den abziehenden Dämpfen gefunden haben; eine Bestätigung dieser Angaben durch eingehendere Versuche bleibt abzuwarten.

IX.

Die Schlammstation.

Von den Saturationspfannen wird der Schlammsaft durch eine Schlammpumpe in die Schlamm- oder Filterpressen gedrückt. Saftheber (Montejus) sind jetzt kaum mehr in Gebrauch, weil sie viele Übelstände aufweisen, wie besonders Unreinlichkeit bei der Arbeit, Verdünnung des Saftes durch den kondensierten Dampf, ungleichmäßigen Druck und Verbrauch an Arbeitskräften. Die **Schlammpumpen** sind immer als Plungerpumpen, einfach oder doppelt wirkend, konstruiert und arbeiten entweder mit selbsttätiger Gangregelung oder ununterbrochen gegen ein Sicherheitsventil. In der Saugleitung muß ein guter Steinfänger eingeschaltet sein, damit nicht nur die Steine, sondern auch der gröbere Gries aufgefangen wird, welcher in den Pumpen größeren Verschleiß und in den Schlammpressen Verstopfungen in den engen Kanälen veranlassen würde. Der Druck, mit welchem die Pumpen arbeiten sollen, hängt von der Größe der in den Pressen vorhandenen Filterfläche und von der Beschaffenheit des Schlammes ab. Anzustreben ist ein nicht zu hoher Druck von etwa 2—3 Atmosphären, da sich ein so hergestellter Schlammkuchen leichter aussüßen läßt. Bei schlechtem Schlamm oder kleiner Filterfläche steigert man den Druck auf 4—8 Atmosphären. Ein höherer Druck ist nicht mehr zulässig, da sonst zu leicht die Kammern in der Presse eingedrückt werden, sobald durch Zufälligkeiten auf der einen Seite ein geringerer Druck als auf der anderen herrscht. Zur Überwachung der Druckhöhe müssen in der Druckleitung und am Windkessel der Pumpe Manometer angebracht werden. In der Druckleitung hinter der Pumpe ist ein Schieber einzuschalten, der den Saft in der Druckleitung zurückhält, wenn die Pumpe während des Betriebes nachgesehen werden muß.

Die zur Filtration dienenden **Filterpressen** sind entweder Kammer- oder Rahmenpressen. Die **Kammerpressen**, bei denen der Saftkanal in der Mitte liegt und die Tücher durch Tuchverschraubungen abgedichtet werden, haben den Vorteil, daß sie nach außen besser dicht halten, weil an den äußeren Dichtungsflächen 4 Lagen Tücher aufeinander kommen, dagegen haben sie die Nachteile, daß das Überziehen

mit Tüchern wegen der Verschraubungen viel Zeit in Anspruch nimmt, daß die Abdichtung an diesen Verschraubungen zuweilen nicht genügend ist und daß die Tücher wegen der gehöhlten Lage etwas gezerrt werden und leiden. Meistens bevorzugt man daher die **Rahmenpressen**, bei denen die Tücher glatt über die zwischen den Rahmen befindlichen Kammern gelegt werden, sodaß das Überziehen einer Presse in wenigen Minuten geschehen ist. Als ein Nachteil dieser Pressen wird angeführt, daß sie leichter und besonders bei höherem Druck spritzen, jedoch ist dieser Übelstand bei geübten Arbeitern, welche die Rahmen sauber und frei von angeklebtem Schlamm halten und darauf achten, daß die Tücher beim Zusammenziehen der Kammern glatt anliegen, sehr wohl zu vermeiden; er tritt daher gewöhnlich nur in der ersten Woche der Kampagne auf. Ein weiterer Nachteil ist der, daß die Tücher an den oberen Ecken, wo die Kammern und Rahmen beim Zusammenziehen am härtesten aufeinander treffen, sehr leiden, und zwar deshalb um so mehr, weil die Arbeiter die Kammern stets sehr kräftig gegen einander stoßen, um einen guten Schluß der Pressen zu erreichen. Ob man zum Abdichten der Schlammsaft- und Absüßkanäle Manschetten von Filtertuch oder Gummiringe nimmt, ist Geschmacksache, beide halten gleich gut dicht.

Die **Größe der Filterpressen**, also die Größe und Zahl der Kammern und Rahmen, hängt von der Verarbeitung ab. Die Wahl der Pressen muß so geschehen, daß der Betrieb ohne Unterbrechung stattfindet. Es ist daher unrichtig, für einen kleineren Betrieb nur eine große Presse zu nehmen oder eine größere Presse neben kleineren, weil ein solcher Betrieb dann, wenn die große Presse frisch entleert ist, nicht so viel Schlammsaft schaffen kann, wie die Presse zur vollen Ausnützung ihrer Leistung braucht, während umgekehrt der Saft aufgestaut und der Betrieb verlangsamt werden muß, wenn die große Presse annähernd gefüllt ist. Andererseits ist es aber auch nicht richtig, für einen großen Betrieb viele kleine Pressen zu nehmen, weil bei diesen mehr Arbeiter nötig sind und mehr Tücher verbraucht werden, als bei wenigen großen Pressen.

Die Größe der Kammern oder Rahmen schwankt zwischen 600—1000 mm im Quadrat, ihre Zahl in einer Presse oder in einer Abteilung einer Doppelpresse zwischen 20—40 und die Dicke der Kuchen zwischen 15—30 mm. Eine große Dicke der Kuchen

ist bei schlechtem Schlamm nachteilig, bei gutem, leicht filtrierbarem Schlamm aber von Vorteil, sodaß man in einigen Farbriken auch Kuchen von größerer Dicke als 30 mm erzeugt.

Über die Größe der für eine bestimmte tägliche Rübenverarbeitung überhaupt nötigen Filterfläche in den Schlammpressen lassen sich keine Angaben machen, da die Filtrationsfähigkeit des Schlammes zu verschieden ist. Jedoch soll man die Fläche möglichst groß wählen, weil sie dann auch bei schlechtem Schlamm ausreichend ist, um die Verarbeitung auf der gewohnten Höhe zu halten, während bei gutem Schlamm Zeit für eine gute Auslaugung vorhanden ist.

Während der Kampagne ist eine **Reinigung** der Filterpressen-Kanäle und -Siebe im allgemeinen nicht nötig. Nach jeder Kampagne müssen sie aber nachgesehen und gereinigt werden, wenn die Sieblöcher der Siebe, die Schlamm- und Absüßkanäle sowie die Kanäle der Auslaufhähne mehr oder weniger verstopft oder durch Steinansatz verengt sind. Wenn abbürsten und aufbohren nicht allein genügt oder zu zeitraubend ist, müssen die Kammern oder Siebe in salzsäurehaltiges Wasser getaucht werden, oder es muß konzentriertere Säure durch die Kanäle durchgegossen werden. In allen Fällen muß reichlich mit Wasser nachgespült werden, sodaß alle Säurereste entfernt werden, und die Siebe müssen, um Schädigungen durch Verrosten zu vermeiden, sofort nach dem Trockenen gefirnißt werden. Wo man eine zu große Abnutzung der Siebe durch die Einwirkung der Säure befürchtet, verwendet man mit Vorteil zum Aufbohren der Löcher passend konstruierte Rädchen. In manchen Fabriken pumpt man am Schlusse der Kampagne heißes, salzsäurehaltiges Wasser durch die Pressen; eine solche Reinigung, die viel Arbeit ersparen kann, sollte aber mit großer Vorsicht vorgenommen werden, damit die Schlammpumpen, Rohrleitungen und Pressenteile nicht leiden.

Die **Wahl der Tücher** ist von einigem Einfluß auf die Schlammpressenarbeit, jedoch sind auch hier die Ansichten sehr verschieden. Während in einer Fabrik möglichst gute und schwere Stoffe vorgezogen werden, nimmt eine andere ganz leichte Gewebe. Meistens wendet man Stoffe aus Jute für die Pressen der ersten Saturation an, weil sie am billigsten sind und durch den alkalischen Saft wenig leiden. Auf die Haltbarkeit der Tücher ist natürlich die Höhe der Alkalität und der Temperatur von großem Einfluß. Wo bei schlechtem Schlamm die Tücher häufig gewechselt und gewaschen werden müssen,

wird man ein nicht zu leichtes und nicht zu schlechtes Gewebe bevorzugen, welches das Waschen gut verträgt. Wo aber die Rübensäfte meistens guten Schlamm geben, kommt man billiger mit Tüchern aus einem leichten Gewebe aus, die dann so lange auf den Pressen bleiben, bis sie verschlissen sind, was 14 Tage und noch länger dauern kann. Daß die Tücher eine genau passende Größe haben müssen, um keine Falten zu schlagen, ist eine selbstverständliche Voraussetzung.

In vielen Fabriken vermeidet man es, einzelne Tücher auf den Pressen auszuwechseln. Man läßt alle Tücher vielmehr so lange sitzen, bis einige trüben Saft laufen lassen. Dann wird die ganze Presse neu überzogen, und zwar mit gleichartigen Tüchern, welche gleiche Filtrationsfähigkeit besitzen, also entweder ganz mit neuen Tüchern oder mit gewaschenen als Untertüchern und mit neuen als Obertüchern. Dadurch wird erreicht, daß die Pressen sich gleichmäßiger füllen und gleichmäßiger abgesüßt werden können.

Zum Waschen der Tücher bedient man sich meistens besonderer Waschmaschinen. Sehr gut bewährt haben sich diejenigen, bei welchen die Tücher in eine mit Abteilungen versehene Trommel gebracht werden; in diese Trommel fließt fortwährend heißes Wasser ein, während die Tücher durch die Drehung in den mit Wasser teilweise gefüllten Abteilungen hin und her geworfen werden. Das vor dem Gebrauch zuweilen übliche Einweichen der neuen Tücher ist bei Jutestoffen unnötig.

Um den Tüchern eine gute Auflagefläche zu bieten, sind auf die Kammern fein gelochte Bleche aufgeschraubt. Neuerdings macht man die Oberfläche der Kammerplatten auch fein kanelliert ohne Siebe, was insofern Vorteile bietet, als die Reinigung und der Verschleiß der Siebe in Wegfall kommt, während der Tücherverbrauch nicht größer sein soll.

Der in den Pressen zwischen den Tüchern befindliche **Schlammkuchen** entsteht in der Weise, daß sich der Schlamm nach und nach in gleichmäßigen Lagen auf den Tüchern ablagert. Schwerere Teile des Schlammes, wie größere Griesteilchen, sinken wohl in den unteren Teil des Schlammraumes, so lange der Inhalt noch weich ist, auch füllt sich der untere Teil vielleicht etwas schneller an als der obere, aber im großen und ganzen lagert sich der Schlamm bei nicht zu geringem Druck der Pumpe infolge der Wirkung des durch die Tücher

hindurchgehenden Stromes in gleichmäßigen Schichten ab. Man kann dies am besten an der verschieden gefärbten Schichtung der Kuchen zeigen, wie sie sich beim Bruch darstellt. Jede Pfanne gibt bei der Einzelsaturation stets einen etwas anders gefärbten Schlamm und daher zeigen sich die Schichten der Schlammkuchen bald etwas mehr gelblich, bald etwas mehr bläulich gefärbt. Bei der stetigen Saturation sind die Kuchen von gleichmäßiger Farbe.

Wenn das Eingangsventil einer leeren Filterpresse geöffnet wird, so läuft der Saft zunächst in starkem Strahl aus den Auslaufhähnen. Je mehr Schlamm sich auf die Tücher auflagert und je weniger durchlässig diese Schlammschicht ist, desto mehr verringert sich die ausfließende Saftmenge, bis nach 1—2 Stunden die Presse ganz gefüllt ist und der Saft nur noch in dünnem Strahl aus den Hähnen läuft. Der Vorarbeiter muß aus Erfahrung wissen, wann die Presse genügend gefüllt ist. Zu langes Laufen der Pressen ist Zeitverschwendung, während andererseits eine Presse, deren Kuchen nicht ganz voll geworden sind, sich nicht gleichmäßig gut absüßen läßt und der in ihr enthaltene weiche Schlamm leicht die Tücher und Rahmen verschmiert, sodaß die Presse nachher leicht spritzt und schlecht läuft. Da guter oder doch wenigstens einigermaßen fester Arbeit stets erleichtert und sich gut absüßen läßt, so sollte man die Pressen, auch wenn sie langsam laufen, stets möglichst voll werden lassen. Eine Erhöhung der Verarbeitung dadurch, daß man schlecht laufende Pressen auspackt, wenn sie anfangen langsam zu laufen, ist nicht möglich; denn das Auspacken des weichen Schlammes oder Breies und die Abhilfe der damit verbundenen Übelstände, wie Verschmieren der Tücher, Spritzen der Pressen etc., nimmt schließlich mehr Zeit in Anspruch, als wenn man ruhig die Zeit abwartet, bis die Presse einigermaßen gefüllt ist und trockeneren Schlamm liefert.

Die **Ursachen des langsamen oder schlechten Laufens** der Pressen, also der schlechten Filtrierbarkeit des Schlammsaftes und der schlechten, weichen Beschaffenheit der Schlammkuchen können in der Beschaffenheit der Rüben oder in der Art der Arbeit liegen. Daß die Diffusionsarbeit bei der Verarbeitung gewisser Rüben einen großen Einfluß auf die Beschaffenheit des Schlammes ausübt, ist bereits oben erwähnt worden. Wenn die Beschaffenheit der Rüben das schlechte Laufen der Pressen verursacht, so ist in einer Abänderung der Diffusionsarbeit allein eine gewisse Hilfe zu suchen. Erhöhung der

Kalkzugaben über eine gewisse Grenze hinaus hat nur selten Erfolg, abgesehen davon, daß die meisten Fabriken Schlammmengen, die wesentlich größer als die üblichen sind, mit den vorhandenen Einrichtungen nicht bewältigen können. Ebenso wenig Erfolg hat das zuweilen empfohlene Aufkochen der Säfte; man erschwert den Arbeitern damit nur das Auspacken der Pressen, ohne daß man besseren Schlamm erzielt, als bei einer Temperatur von 80—90 ^{0}. Auch eine Änderung in der Höhe der Alkalität des saturierten Saftes nützt nichts; kurz, in solchen Fällen empfiehlt es sich, von allen nutzlosen Versuchen abzusehen und durch häufiges Wechseln der Tücher die Arbeit möglichst zu beschleunigen. Da der Übelstand gewöhnlich zu Beginn der Kampagne am stärksten auftritt, wo unreife Rüben mit Hilfe ungeschulter Arbeiter verarbeitet werden müssen, so verschwindet er gewöhnlich nach kurzer Zeit ganz von selbst. Einen schwer filtrierbaren und absüßbaren Schlamm erhält man häufig, wenn die Diffusionssäfte eine hohe Dichte haben, über 15 ^{0} Brix, besonders wenn sie aus welken, eingetrockneten Rüben gewonnen sind. In diesem Falle hilft gewöhnlich eine Vergrößerung des Saftabzuges, also eine Verdünnung der Säfte. Da dieser erhöhte Abzug aber die Verdampfungskosten erhöht, so empfiehlt es sich, die Verdünnung in der Weise auszuführen, daß man die Absüßer der Filterpressen, soweit sie nicht schon zum Kalklöschen dienten, in die Scheidung oder Saturation zurückführt, wodurch auch die Saturation erleichtert wird.

Aus den Vorgängen bei der Saturation ist ohne weiteres klar, daß schlecht saturierte Säfte, sowohl solche, die zu wenig, als auch solche, die zu weit saturiert sind, schlecht zu filtrieren sind. Auf eine richtige Saturation ist daher stets die größte Sorgfalt zu legen, in erhöhtem Maaße natürlich, wenn der Schlamm an und für sich schon von schlechterer Beschaffenheit ist. Vorübergehend schlechtes Laufen der Pressen kann stattfinden, wenn aus einer nicht oder nur halb fertig saturierten Pfanne Saft zu dem richtig saturierten, zur Pumpe fließenden tritt, also wenn ein Ablaßventil undicht ist oder wenn durch Überschäumen Saft aus einer Pfanne in die andere übertritt. Daß solche Ursachen für den schlechten Schlamm vorliegen, findet man leicht durch Titrieren des aus den Pressen laufenden Saftes, da dieser Saft dann eine wesentlich höhere Alkalität zeigen wird, als diejenige ist, welche nach dem Fertigsaturieren der einzelnen Pfanne gefunden ist. Solche Kontroll-Titrationen sollte man daher sehr häufig machen. Eine geringe Erhöhung der Alkalität findet

übrigens in den Schlammpressen stets statt, weil der Schlamm geringe Mengen Ätzkalk oder Zuckerkalk einschließt, welcher sich allmählich in dem die ganze Schlammschicht fortwährend durchfließenden Safte löst. Gewöhnlich beträgt diese Alkalitätserhöhung 0,01 v. H. Kalk.

Weicher Schlamm entsteht ferner noch, wenn die Pumpe einen zu geringen Druck ausübt; daher ist ein Manometer in der Druckleitung zur Überwachung unbedingt notwendig.

Der **Zuckergehalt des unabgesüßten Schlammes** ist je nach dem Zuckergehalte des Scheidesaftes und der Menge des etwa vorhandenen unlöslichen Zuckerkalkes verschieden. Gewöhnlich besteht der Schlamm aus 40—50 Teilen festen Schlamm und 50—60 Teilen Saft. Enthält dieser 10—12 v. H. Zucker, so ist der Zuckergehalt des Schlammes ungefähr 6—7 v. H.

Das **Absüßen des Schlammes** soll so geschehen, daß möglichst konzentrierte Absüßer bei guter Auslaugung erhalten werden. Dieses Resultat kann nur erzielt werden, wenn der Saft aus dem Schlamm durch Wasser in den Pressen selbst auf geeignete Weise verdrängt wird. In einigen Fabriken entfernt man noch den Schlamm unausgesüßt aus den Pressen, maischt ihn mit wenig Wasser auf und filtriert die Masse nochmals durch Filterpressen. Bei dieser Arbeitsweise erhält man aber dünnere Absüßer bei gleicher Höhe der Zuckerverluste im Schlamme, wie bei der Auslaugung in der Presse selbst. Die erstere Methode hat nur den Vorteil, daß man ganz einfache Filterpressen verwenden kann.

Das Absüßen in den Pressen kann auf zweierlei Art geschehen: entweder tritt das Wasser durch besondere Kanäle auf die eine Seite des Schlammkuchens, durchdringt ihn und fließt auf der anderen Seite wieder ab, oder das Wasser nimmt denselben Weg wie der Schlammsaft, tritt also in die Mitte des Kuchens ein, durchdringt beide Kuchenhälften und fließt auf beiden Seiten ab.

Unerläßliche Bedingungen für die Güte jeder Art des Absüßens in der Presse sind eine gleichmäßige Beschaffenheit und Dicke aller Schlammkuchen einer Presse und gleichmäßig durchlässige Tücher. Ist der Kuchen an einer Stelle, z. B. im oberen Teile bei schlecht gefüllten Pressen, dünner und weicher, so dringt an dieser Stelle viel mehr Wasser hindurch als durch die dichten Kuchenteile. Wenn also die ersteren Stellen bereits völlig abgesüßt sind, enthalten die dichteren Stellen noch viel Zucker. Der Fehler macht sich um so

stärker bemerklich, mit je höherem Druck das Wasser hindurchfließt. Allerdings ist eine ungleichmäßige Durchdringung der Kuchen nie ganz zu vermeiden, weil infolge der Konstruktion der Pressen auch die besten und gleichartigsten Kuchen schlechte Stellen haben. Bei den Kammerpressen liegen diese an den äußeren Rändern, wo die Kuchen dünner werden, und an der Tuchverschraubung, wo der Schlamm meistens noch weich ist, bei den Rahmenpressen aber zwischen dem eisernen Rahmen und dem Schlamm, wo die Adhäsion des Schlammes am Eisen geringer ist, als der Kuchenteile unter sich. Eine zu feste Beschaffenheit der Kuchen ist ebenfalls schädlich, weil dann das Absüßen, besonders durch den ganzen Kuchen hindurch, zu langsam vor sich geht oder größeren Wasserdruck verlangt, weshalb sich jede Abweichung in der Dicke der Kuchen verstärkt im nachteiligen Sinne bemerkbar macht.

Um die Übelstände eines ungleichmäßigen oder zu starken Druckes zu vermeiden, läßt man in einigen Fabriken die Schlammpumpen nicht auf die Filterpressen arbeiten, sondern hebt durch sie den Schlammsaft in einen hochstehenden, mit Rücklaufrohr versehenen Kasten, aus welchem der Saft mit einem stets gleichmäßigen und verhältnismäßig niedrigen Druck von 1—1$^1/_2$ Atmosphären in die Pressen gelangt. Die Pressen sollen bei dieser Arbeitsweise besser laufen und das Absüßen schneller ausgeführt werden können, als bei der gewöhnlichen Pumparbeit.

Ein hoher Wasserdruck ist überhaupt nicht verträglich mit einer guten Absüßung des Schlammes. Bei niedrigem Druck ist aber die zur Absüßung erforderliche Zeit sehr groß und die Zahl der Pressen muß daher wesentlich vermehrt werden.

Vielfach hält man es für richtig, den **Druck der Absüßpumpe** nach dem der Schlammpumpe zu richten, sodaß der erstere etwas höher genommen wird als der letztere. Wenn die Schlammpumpe mit niedrigem Druck arbeitet, so kann diese Vorschrift vielleicht zutreffend sein, richtiger ist es aber, den Druck der Absüßpumpe danach zu bestimmen, daß in einer bestimmten Zeit eine bestimmte Menge Absüßer erhalten wird. Der Druck der Absüßpumpe muß sich demnach ganz nach der Beschaffenheit des Schlammes und der Dicke der Kuchen richten, wobei aber eine gewisse obere Grenze dennoch eingehalten werden muß, damit die stets vorhandene ungleichmäßige Beschaffenheit der Kuchen nicht einen zu schädlichen

Einfluß ausübt. Als solchen höchsten Druck kann man, wenn eine vorzügliche Aussüßung mit wenig Wasser verlangt wird, ungefähr 2 Atmosphären Überdruck annehmen. Jede Vermehrung des Druckes bewirkt eine stark steigende Vermehrung und Verdünnung der Absüßer bei gleichem Zuckergehalt des ausgesüßten Schlammes.

Die **Zeitdauer der Absüßung** auf einen Zuckergehalt von etwa 1 v. H. ist bei niedrigem Druck allerdings recht groß anzunehmen, etwa 20—30 Minuten bei gutem Schlamm; man erhält dann aber auch nur etwa 100—150 Teile Absüßer auf 100 Teile Schlamm. Steigert man den Druck, was bei schlechtem Schlamm stets der Fall sein muß, so steigt in sehr starkem Maaße die Menge der Absüßer und fällt in derselben Weise die Dauer des Durchfließens derselben; trotzdem ist es aber meistens nicht möglich, eine durchschnittliche Auslaugung auf 1 v. H. zu erzielen. In deutschen Fabriken begnügt man sich meistens mit einer durchschnittlichen Absüßung auf etwa $1^1/_2$—2 v. H.

Die Frage, ob man zum Absüßen kaltes oder warmes Wasser nehmen soll, ist noch nicht endgiltig beantwortet. Es ist aber wenig wahrscheinlich, daß die **Temperatur des Wassers** irgend einen Einfluß auf die Reinheit der Absüßer ausüben kann, wenn man eben nur reines Wasser verwendet. Da heißes, reines Wasser in den Brüdenwässern in großen Mengen zur Verfügung steht, so wird man am besten dieses verwenden, ohne sich der Mühe zu unterziehen, es abzukühlen. Der einzige Vorteil, den kaltes Druckwasser hat, ist vielleicht der, daß der Schlamm abgekühlt wird und die Arbeiter weniger durch die heißen Dämpfe beim Entleeren der Pressen belästigt werden. Kaltes, hartes Brunnenwasser zum Absüßen zu nehmen, muß möglichst vermieden werden, da sich aus diesem in den heißen Kammern beim Zusammentreffen mit den kalkhaltigen Säften Stein absetzt, der die Kanäle und Sieblöcher verstopft und die Tücher hart macht. Ein Steinabsatz kann allerdings auch bei der Verwendung von Brüdenwasser entstehen, wenn dieses anstatt Ammoniak kohlensaures Ammoniak enthält; dieses entsteht in größeren Mengen aber nur dann, wenn in der Dünnsaftsaturation mit Kohlensäure übersaturiert ist.

Selbstverständlich löst jedes Wasser aus dem Schlamm wieder etwas Nichtzucker auf und daher sind die letzten Absüßer, in welchen sich bereits viel Wasser dem verdrängten Safte beigemischt hat, von

etwas geringerer Reinheit als die ersten. Ihre Reinheit bleibt aber noch immer so hoch, daß die aussaturierten Absüßer eine sehr gut kristallisierende Füllmasse geben. Es liegen also keine Bedenken vor, den Schlamm so weit wie möglich abzusüßen, wenn die Zahl der Pressen eine solche Absüßung ohne zu große Verdünnung zuläßt.

Welche Art der Absüßung man wählen soll, ob die durch die Absüßkanäle und volle Kuchen oder die durch die Schlammkanäle und halbe Kuchen, hängt von den besonderen Umständen ab. Im allgemeinen ist die meistens übliche Absüßung durch die Absüßkanäle bei gut eingerichteten Pressen mehr zu empfehlen, weil bei ihr unter sonst gleichen Verhältnissen der Schlamm sicherer gleichmäßig entzuckert wird und die Säfte weniger verdünnt werden. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß man darauf zu achten hat, daß während des Absüßens die Saftventile, während des Filtrierens aber die Wasserventile fest geschlossen sein müssen, da bei nicht geschlossenem Saftventil das Absüßen unmöglich ist, bei nicht geschlossenem Wasserventil die Säfte stark verdünnt werden. Eine stetige Überwachung dieser Ventile ist daher angebracht.

In Fabriken, wo Kalkmilch zur Scheidung angewendet wird, müssen die dünneren Absüßer getrennt aufgefangen werden, da sie zum Löschen des Kalkes dienen sollen. Da zum Löschen von 1 Teil Kalk 5—6 Teile Wasser nötig sind und 1 Teil Kalk etwa $3^1/_2$—4 Teile Schlamm gibt, so ist ersichtlich, daß man bei Kalkmilchscheidung nicht allzu ängstlich bezüglich der Verdünnung der Absüßer zu sein braucht, da 150 v. H. vom Schlammgewicht doch zum Kalklöschen nötig sind. Dagegen ist in Fabriken mit Trockenscheidung jede unnötige Verdünnung der Absüßer, die hier keine getrennte Verwendung finden, sondern mit dem Saft weiter verarbeitet werden, zu vermeiden, weil sonst die Vorteile der Trockenscheidung, soweit sie in Ersparnis an Brennstoffen bestehen, geringer werden. Um aber auch bei der Trockenscheidung eine weitgehende Absüßung des Schlammes ohne starke Verdünnung des Saftes vornehmen zu können, wird die Trennung der Absüßer nach ihrer Dichte empfohlen. Während die ersten, zuckerreichen Absüßer noch zu dem Safte fließen, werden die späteren getrennt aufgefangen und für die nächste Presse zunächst zum Verdrängen des Saftes benutzt. Erst wenn diese verbraucht sind, wird Wasser zum Absüßen genommen. Geeignete Apparate dienen zur selbsttätigen Ausführung dieser Arbeitsweise.

Der aus den Pressen ausgepackte Schlamm **(Preßschlamm** oder **Scheideschlamm)** fällt entweder in Wagen, mit denen er hinaus auf Haufen befördert wird, oder in eine, unter den Pressen liegende Transportschnecke oder Schlammmaische, in welcher er mit wenig Wasser zu einem dicken Brei aufgemaischt wird. Der Brei kann entweder mit den Abflußwässern zusammen in die Schlammteiche oder durch Pumpen beliebig fortgeleitet werden. Als Düngemittel für die Äcker ist derjenige Schlamm der wertvollere, welcher bei Verwendung von wenig Kalk gewonnen ist, weil in diesem Schlamm der Gehalt an Phosphorsäure und Stickstoff prozentisch höher ist als in dem Schlamm, der mit viel Kalk gewonnen ist.

X.

Die Nachsaturation und Nachfiltration.

Der von den Schlammpressen ablaufende Saft gelangt in die Pfannen der zweiten Saturation. Da er sich in den Pressen und bei dem Auslaufen in die Rinnen abgekühlt hat, muß er zunächst erst wieder **angewärmt** werden, was am zweckmäßigsten natürlich wieder in mit Brüdendämpfen beheizten Vorwärmern geschieht. Der Saft soll bis zum Kochen erhitzt werden, wie überhaupt der dünne Saft nach der ersten Filtration stets auf annähernd 100 ° gehalten werden soll. Diese hohe Temperatur ist nicht nur günstig für die Einwirkung des Kalkes auf die Nichtzuckerstoffe, sondern sie ist auch notwendig, um zu verhüten, daß bei der zweiten und dritten Saturation kohlensaurer Kalk als doppeltkohlensaurer Kalk in Lösung geht.

Wenn in der zweiten Saturation Kalk dem Safte zugesetzt wird, muß die Anwärmung vor dem Kalkzusatz geschehen, damit nicht kalkreicher Saft bis zum Kochen erhitzt wird, weil aus Säften, die bei 70—80 ° mit Kalk gesättigt sind, bei dem Erwärmen bis 100 ° etwas unlöslicher Zuckerkalk ausfällt. Gewöhnlich setzt man nämlich dem Safte vor der zweiten Saturation noch etwa 1/4 Prozent Kalk in Form von Kalkmilch hinzu. Jedoch ist ein solcher **Kalkzusatz** im allgemeinen ohne merklichen Nutzen, weil der in den Säften der

ersten Saturation noch gelöst bleibende Kalk bei den hohen Temperaturen genügt, um die Umsetzungen der Nichtzuckerstoffe weiter fortzuführen. Wo die Trockenscheidung für die erste Saturation angewendet wird, unterläßt man daher den zweiten Kalkzusatz ganz, um nicht besonders für diesen Zweck Kalkmilch herstellen zu müssen; denn der Zusatz von Trockenkalk direkt in den heißen Saft gibt erst recht Anlaß zur Bildung von viel unlöslichem Zuckerkalk und ist daher nicht zu empfehlen.

Die **zweite Saturation** wird am zweckmäßigsten kontinuierlich betrieben, und zwar in der Weise, daß dazu 3 Pfannen oder 2 Pfannen, in denen der Saft von einer zur anderen überfließt, und ein Vorwärmer genommen werden. Der in dem Vorwärmer richtig angewärmte Saft fließt in die erste Pfanne über, wo er saturiert wird, gegebenenfalls nachdem vorher Kalk zugesetzt ist, und aus der zweiten Pfanne wird der Saft abgepumpt. Eine dritte Saturation wird wie die zweite ausgeführt; die hauptsächlichste Bedingung für diese letzte Dünnsaftsaturation ist ebenfalls eine hohe Temperatur.

Wo nur eine Nachsaturation angewendet wird, wird sie mit Kohlensäure allein oder mit Kohlensäure und schwefeliger Säure zusammen ausgeführt; bei zwei Nachsaturationen wird die erste nur mit Kohlensäure, die zweite entweder auch mit Kohlensäure oder nur mit schwefeliger Säure oder auch mit beiden zusammen ausgeführt.

Über die Frage, ob **eine oder zwei Nachsaturationen** besser sind, ist viel gestritten worden. Es kann wohl nicht geleugnet werden, daß bei zwei Nachsaturationen die Alkalität sorgfältiger geregelt und eine schädliche Einwirkung einer zu weit getriebenen Saturation auf die Niederschläge eher vermieden werden kann, als bei einer. Aber zwei Saturationsstationen machen den Betrieb auch wieder umständlicher und erfordern eine vermehrte Überwachung, sodaß man sich in vielen Fabriken, ohne sich zu schädigen, mit einer Nachsaturation begnügt.

Eine zweite Nachsaturation muß immer stattfinden, wenn dem Safte der ersten Nachsaturation Kalk zugesetzt wird, welche Magnesia enthält. **Magnesia** geht stets in Lösung wenn die Säfte unter eine Alkalität von 0,05 saturiert werden, wahrscheinlich als Ammon-Magnesiumcarbonat oder als doppeltkohlensaure Magnesia, welche sich beim Eindampfen unter Abscheidung von Magnesiumcarbonat zersetzen. In solchen Fällen muß die Alkalität der zweiten Saturation (ersten Nachsaturation) über 0,05 gehalten und die richtige Alkalität erst im filtrierten Saft hergestellt werden.

Viel umstritten ist ferner die Frage, **bis zu welcher Alkalität** man die Dünnsäfte heruntersaturieren soll. Während die einen einer hohen Alkalität das Wort reden, empfehlen andere, bis beinahe zur Neutralität zu saturieren. Um eine befriedigende Antwort hierauf geben zu können, muß man das Verhalten alkalischer und neutraler Säfte während der Verdampfung und das Verhalten der durch die Saturation ausfällbaren Nichtzuckerstoffe in dünneren und dickeren Säften in Betracht ziehen.

Wenn man Dünnsäfte mit schwefeliger Säure bis zur Neutralität saturiert, so erhalten sie zweifellos eine hellere Farbe, als die alkalischen Säfte sie haben. Die Farbe der Säfte, besonders aber die der Dünnsäfte, welche sich im Laufe der Fabrikation sehr ändern kann und tatsächlich ändert, kann aber nicht als Maaßstab für die Behandlung der Säfte genommen werden.

Bei der Verdampfung sind die Säfte in fast allen Fabriken einige Zeit lang einer Temperatur über 100° ausgesetzt, in vielen wird die Temperatur in dem Saftkocher bis 115 oder sogar bis 120° gesteigert und ist auch in den ersten Körpern des Vielkörperapparates noch über 100°. Es ist nun sehr bedenklich, neutrale oder ganz schwach alkalische Säfte solchen hohen Temperaturen auszusetzen, da die Alkalität beim Verdampfen stets zurückgeht. Neutrale Säfte werden daher fast stets schwach sauer und es tritt eine nachweisbare Zuckerzersetzung ein, die sich durch eine dunklere Farbe der Säfte bemerkbar macht. Säfte von genügender Alkalität dagegen erleiden bei der Verdampfung nicht nur keine merkliche Zuckerzersetzung, wenn die Temperatur die bekannte Grenze von 115—120° nicht überschreitet, sondern sie erfahren bei diesen hohen Temperaturen noch insofern eine Aufbesserung, als die Alkalien energisch auf die zersetzbaren Nichtzuckerstoffe, wie Amide und eiweißähnliche Stoffe, die bei der Scheidung noch nicht zersetzt wurden, einwirken. Solche alkalischen Säfte zeigen dann allerdings auch einen sehr merklichen Rückgang der Alkalität, aber dieser geht dann nicht bis zur Neutralität und er wird nicht durch Zerstörung von Zucker hervorgerufen, sondern durch Bindung der alkalischen Stoffe an die aus den Nichtzuckerstoffen entstehenden Säuren oder durch Verflüchtigung des vorhandenen oder des dabei erst entstehenden Ammoniaks. Bei der Verdampfung wird also der Prozeß vervollständigt, der in den geschiedenen, stark alkalischen Säften hätte vor sich gehen sollen, wenn die nötige Zeit oder der nötige Raum zur Verfügung gestanden hätte.

Ohne hier der Frage vorgreifen zu wollen, ob die Dicksäfte stark oder schwach saturiert werden sollen, muß doch schon erörtert werden, ob die letzten Teile Kalk als kohlensaurer oder schwefligsaurer Kalk besser in den Dünn- oder Dicksäften ausgefällt werden sollen. Hierüber entscheiden die Löslichkeitsverhältnisse dieser Körper in Zuckerlösungen; denn es kann nur dann eine weitgehende Dünnsaftsaturation von Vorteil sein, wenn die Kalksalze in dünnen Säften schwerer löslich sein würden als in Dicksäften. Fast alle schwer löslichen Kalksalze sind aber in konzentrierten Zuckerlösungen schwerer löslich als in dünneren, und bei dem Eindampfen der Dünnsäfte scheiden sich stets kohlensaurer und schwefligsaurer Kalk, sowie andere Kalksalze auf den Heizrohren der Verdampfapparate aus, gleichgiltig ob diese Dünnsäfte alkalisch oder neutral sind.

Alle Umstände sprechen also dafür, daß man die Dünnsäfte alkalisch halten soll, und zwar so alkalisch, daß die unsaturierten Dicksäfte (oder Mittelsäfte) auch noch alkalisch sind. Es ist daher nicht richtig, wenn man eine ganz bestimmte Höhe der Dünnsaftalkalität vorschreibt; diese Alkalität muß vielmehr nach der Beschaffenheit der Säfte und ihrem Verhalten bei der Verdampfung wechseln. Es lassen sich daher nur obere und untere Grenzen angeben, zwischen welchen sie schwanken kann. Die obere Grenze ist diejenige, bei welcher bereits eine Alkatität vorhanden ist, die auf freien Kalk oder Zuckerkalk zurückgeführt werden muß, während die untere Grenze sich nach der Alkalität des unsaturierten Dicksaftes oder Mittelsaftes richten muß. Hat man für die letztere eine bestimmte Höhe (meistens 0,05—0,1 und darüber) für zweckmäßig befunden, so muß die Alkalität des Dünnsaftes erhöht werden, wenn die Dicksaftalkalität unter die Norm zu sinken beginnt, oder erniedrigt werden, sobald der Dicksaft zu alkalisch wird. Gewöhnlich ist bei einer Alkalität des Dünnsaftes von 0,03—0,05 v. H. (Indikator Phenolphtaleïn) nur sehr wenig oder kein Kalk als Ätzkalk vorhanden (wohl aber häufig noch an Säuren gebunden). Der größte Teil der Alkalität rührt daher von festen Alkalien, organischen Basen und Ammoniak her. Macht die Beschaffenheit der Säfte eine energische Nachwirkung der Alkalien oder auch vom freiem Kalk in den Verdampfapparaten notwendig, wie es bei der Verarbeitung unreifer oder schlechter Rüben der Fall ist, so wird man stets die höchsten zulässigen Grenzen für die Alkalität der Dünnsäfte und unsaturierten Dicksäfte wählen. Selbstverständlich hat man dabei aber auch zu berücksichtigen, daß stark

alkalische Säfte zuweilen viel Stein in den Verdampfapparaten absetzen. Sollte die Verdampfung dadurch verlangsamt werden, so muß die Alkalität erniedrigt werden.

Ob man bei der empfohlenen hohen Schlußalkalität der Dünnsäfte die Nachsaturation mit Kohlensäure oder schwefeliger Säure ausführt, ist in Bezug auf die Reinheit und Verarbeitungsfähigkeit der Säfte von keinem Unterschied. Der Einfachheit und Billigkeit wegen wird man hier aber der Kohlensäure den Vorzug geben und die Einwirkung der schwefeligen Säure für den Dicksaft oder Mittelsaft aufsparen.

Hält man zwei Nachsaturationen für vorteilhaft, so ist die Alkalität bei der ersten etwa 0,01—0,02 v. H. höher zu halten, als die des Dünnsaftes sein soll, damit in der zweiten Nachsaturation noch eine Saturation stattfinden kann.

Ob man nun zwei oder nur eine Nachsaturation hat, eine **doppelte Filtration der Dünnsäfte** muß stets erfolgen, um völlig klare Säfte zur Verdampfung zu bringen. Zur ersten Filtration nimmt man meistens Filterpressen, die mit dichter gewebten Tüchern aus Baumwolle oder aus Jute oder Leinen überzogen werden. Es empfiehlt sich für diese Filtration Filterpressen ohne Absüßkanäle zu nehmen, weil solche mit Kanälen den Übelstand zeigen, daß, wenn der Saft aus einem Auslaufhahn trübe läuft, man kein Mittel hat, diese trübe filtrierende Kammer auszuschalten. Schließt man nämlich den betreffenden Hahn, so tritt der trübe Saft durch den Absüßkanal in andere Kammern über, deren Ausläufe dann trüben Saft zeigen. Die einfachen Pressen kann man natürlich nur durch den Schlammkanal absüßen, aber im allgemeinen empfiehlt es sich überhaupt nicht, den Schlamm der zweiten Saturation auszusüßen. Setzt man dem Safte nämlich keinen Kalk zu, so ist die Menge des Schlammes sehr gering, kaum 0,1 v. H. auf Rüben, und der Zuckerverlust kommt selbst bei einem hohen Zuckergehalte des Schlammes kaum in Betracht. Erhält man aber infolge eines Kalkzusatzes größere Mengen Schlamm, so tut man besser, diesen Schlamm in die Pfannen der ersten Saturation zu bringen, als ihn in den zweiten Pressen auszusüßen. Es genügt dann ein einfaches Ausdämpfen dieser Pressen. Der Zuckergehalt des nicht ausgesüßten, aber ausgedämpften Schlammes der zweiten Saturation ist meistens hoch, zwischen 4—7 v. H., weil fast immer etwas Zuckerkalk darin enthalten ist. Die Filtration des

Schlammes der zweiten Saturation geht gewöhnlich ohne Schwierigkeit vor sich, sodaß man mit einer kleinen Filterfläche auskommt. Zuweilen fangen die Filterpressen aber doch schon nach kurzer Zeit an schlecht oder langsam zu laufen; es bilden sich dann keine vollen Kuchen, sondern es zeigt sich auf den Tüchern nur wenig und schleimiger Schlamm. Dieser Übelstand tritt gewöhnlich nur auf, wenn bei der ersten Saturation schlecht filtrierbarer Schlamm erhalten wird, ganz besonders aber dann, wenn bei der ersten Saturation zu weit saturiert ist. Es geht dann, wie vorher bereits erwähnt wurde, kohlensaure Magnesia in Lösung, welche sich in der zweiten Saturation wieder ausscheidet. Die so gefällte kohlensaure Magnesia, sowie auch andere, sich unlöslich ausscheidende Magnesiasalze sind stets von schleimiger Beschaffenheit und erschweren daher die Filtration um so mehr, in je größerer Menge sie im Verhältnis zum kohlensauren Kalk vorhanden sind.

Zur zweiten Filtration des Dünnsaftes eignen sich die Filterpressen weniger. Man nimmt dazu gewöhnlich **verbesserte Beutelfilter** oder **Filterapparate,** deren Wirksamkeit darauf beruht, daß sie eine große Filterfläche in einem kleinen Raum bieten und die Filtration unter möglichst geringem Druck gestatten. Ein geringer Druck ist aber die hauptsächlichste Bedingung dafür, daß auch die feinsten Schlammteilchen durch die Gewebe zurückgehalten werden. In wieweit die einzelnen Apparatkonstruktionen den Vorzug vor einander verdienen, hängt allein davon ab, mit welcher Leichtigkeit sich die Tücher auswechseln und wie gut sich die Tücher oder Beutel abdichten lassen.

Eine sehr gute und sichere Filtration ist diejenige über Kies, groben Sand oder ähnliche feinkörnige Stoffe, welche in Filter, ähnlich den Knochenkohlenfiltern, oder in eigenartig konstruierte Sandfilter gefüllt werden. Diese müssen so gebaut sein, daß der Sand ohne Mühe und Arbeit entweder im Filter selbst oder in besonderen Vorrichtungen außerhalb derselben gewaschen werden kann, um dann sofort wieder benutzt zu werden. Kaum mehr in Anwendung ist die Filtration durch schwimmende Korkstückchen, welche in geeigneten Behältern von unten nach oben von dem Saft durchdrungen werden, und die Filtration durch Holzstäbchen oder Holzwolle.

Alle diese Filter und Filterapparate arbeiten bei sorgfältiger Handhabung gut, wenn die Säfte nur wenig Schlamm enthalten;

sie sind aber ungeeignet, größere Mengen Schlamm auszuscheiden. Der vorhergehenden Filtration durch Filterpressen ist daher stets die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Zuweilen findet man es für vorteilhaft, auch den dünnen Säften (wie später den Dicksäften) Holzmehl, Zellulose oder Kieselgur zuzusetzen, um die Abscheidung der feinsten Niederschläge zu vervollkommnen. Zu beachten ist dabei, daß diese Stoffe rein sein müssen und die nur schwach alkalischen Säfte nicht neutralisieren dürfen. Sie müssen daher vor dem Gebrauch untersucht und gegebenen Falles durch Auskochen mit Natronlauge gereinigt werden. Im allgemeinen kann man diese Zusätze hier als entbehrlich bezeichnen.

Vor jedem Dünnsaftfilter sollten stets zwei Rinnen liegen, von denen die eine den völlig klaren Saft aufnimmt, der zu den Verdampfapparaten fließt, während in die andere der unklare Saft geleitet wird, wie er besonders beim Anstellen des Filters abläuft, um ihn in die Pfannen der zweiten Saturation zurückzuführen.

XI.

Sonstige Mittel zur Saftreinigung.

Außer dem Kalk und der Kohlensäure oder schwefeligen Säure sind noch viele Mittel zur Reinigung, Entfärbung und Klärung der Säfte vorgeschlagen und angewendet worden. Eine Liste zählt deren annähernd 300 auf; davon entfallen 40 auf die Säuren des Schwefels, 25 auf die Säuren des Phosphors und deren Verbindungen, 23 auf verschiedene organische Säuren und deren Verbindungen, 47 auf Alkalien, alkalische Erden und deren Salze, 69 auf Metalle und Metallsalze, 56 auf organische Stoffe und 15 auf elektrolytisch hergestellte Stoffe.

Angewendet wurden diese Mittel teils schon in der Diffusionsbatterie, teils erst auf die Säfte, nämlich auf den Rohsaft, bei der Scheidung, auf die Dünnsäfte, Dicksäfte oder Sirupe. In der Praxis hat sich aber keines dauernd bewährt. Abgesehen von den der Mehrzahl nach ganz unsinnigen Vorschlägen können die wenigen, tatsächlich in gewisser Richtung wirksamen Stoffe nur unter ganz

bestimmten Verhältnissen Anwendung finden, meistens sind sie jedoch im Vergleich zu ihrer Wirkung viel zu teuer. Mit manchen bringt man giftige Stoffe in die Säfte; wenn sich diese Stoffe auch nicht im Zucker selbst nachweisen lassen, so finden sie sich jedenfalls in der Melasse wieder, deren Verwendung als Viehfutter damit unmöglich gemacht wird.

Soweit es sich nicht um Mittel zur Vorreinigung des Diffusionssaftes vor der Scheidung handelt, müßte ein Reinigungsmittel im allgemeinen seine Wirkung hauptsächlich dort zeigen und beweisen, wo die Nichtzuckerstoffe, auf welche es doch einwirken soll, in der größten Menge vorhanden sind, also bei der Melasse. Bei dieser haben sich aber diese Mittel entweder als wirkungslos oder, wenn sie eine geringe Wirkung zeigten, als zu teuer erwiesen.

Nur ganz wenige Stoffe können bereits bei gewissen Dünn- oder Dicksäften vorteilhafte Anwendung finden. Dahin gehören vor allen Dingen die kohlensauren und sauren schwefeligsauren Alkalien oder die Ätzalkalien, welche die in zu großer Menge vorhandenen organischen Kalksalze in die entsprechenden Alkalisalze überführen, und die Phosphorsäure, welche den Kalk als phosphorsauren Kalk ausfällt. Baryt wird zur Ausfällung der Schwefelsäure und organischen Säuren zugesetzt; er sowohl als auch das Bariumchlorid sollen die Kristallisation günstig beeinflussen. Die Magnesia, der eine Zeit lang günstige Wirkungen zugeschrieben wurden, steht dem Kalk in bezug auf Reinigung der Säfte und auf Filtrationsfähigkeit weit nach, ohne sonstige Vorteile zu bieten. Tonerde wirkt klärend, erzeugt also blanke Säfte, Gerbsäure fällt Eiweißstoffe aus, soweit solche noch in den Säften vorhanden sind, Kohle als geglühte Kohle, Braunkohle oder Holzkohle wirkt klärend, aber ohne die Säfte zu reinigen. Als entfärbend wirkende Stoffe sind außer der schwefeligen Säure noch die hydroschwefelige Säure und Ozon mit oder ohne gleichzeitige Anwendung von Knochenkohlepulver zu nennen. In neuerer Zeit werden hydroschwefeligsaure Salze in den Handel gebracht, besonders das Natriumsalz und das Kalksalz. Sie entfärben die Säfte bereits wenn sie noch alkalisch sind; ihre Wirkung auf die gewöhnlichen Farbstoffe der Säfte ist eine sehr starke; weniger oder garnicht entfärben sie die eigentlichen Karamelfarbstoffe, die durch Zerstörung des Invertzuckers und des Rohrzuckers entstehen. Von ganz besonders guter Wirkung sind die Hydrosulfite, wenn sie den Säften bei der Verkochung im Vakuum zugegeben werden, da hier eine

nachträgliche Wiederfärbung infolge Einwirkung des Sauerstoffes der Luft ausgeschlossen ist. Man wendet etwa 0,01 Teile Hydrosulfit auf 100 Teile Zucker an. Auch die Salze der schweren Metalle, besonders von Zink, Zinn und Blei, wirken entfärbend.

Theoretisch interessant, aber praktisch noch nicht erprobt ist die Anwendung von natürlichen oder künstlich hergestellten Kalk-Thonerde-Silikaten zur Entfernung des Kali und Natron aus den Säften. Bei der Filtration von Dünn- oder Dicksäften, Sirupen oder Melassen über diese gekörnten Silikate tauschen die Säfte ihre Alkalien gegen den Kalk aus. Man erzielt also tatsächlich keine Reinigung der Säfte, sondern nur eine Umwandlung der Alkalisalze in Kalksalze, welche für die Kristallisation des Zuckers nicht so schädlich, also nicht so melassebildend sind, wie die Salze der Alkalien. Andererseits verändern aber die Kalksalze in sehr merklicher Weise die Beschaffenheit der Säfte und Sirupe; diese werden zähflüssiger und lassen sich viel schwerer verkochen. Es ist daher noch sehr fraglich, ob durch dieses Verfahren überhaupt eine Verbesserung der Verarbeitung erzielt wird. Jedenfalls scheint eine gewinnbringende Anwendung der Silikate ausgeschlossen, wenn auch deren Wiederbelebung durch Überleiten einer Chlorkalziumlösung leicht ausgeführt werden kann. Auch die Gewinnung von Kaliumchlorid bei dieser Wiederbelebung dürfte daran nicht viel ändern.

Von guter Wirkung, besonders auf die Rohsäfte, ist die Elektrolyse mit löslichen Blei- oder Zinkelektroden bei gleichzeitiger Anwendung der Dialyse; aber dieses Verfahren ist viel zu teuer und die Zuckerverluste sind viel zu groß, als daß diese Elektrodialyse praktische Anwendung finden könnte.

In der Diffusion wendete man früher zuweilen Säuren, wie Oxalsäure, Phosphorsäure oder sogar Salzsäure in geringen Mengen an, um die Löslichkeit der Stoffe zu vermindern, welche bei der Filtration der saturierten Säfte den schlecht filtrierbaren Schlamm hervorrufen. Der Erfolg bei Anwendung dieser Mittel ist zweifelhaft, zweifellos ist nur die schädliche Wirkung der Säuren auf die Wände der Diffuseure. Ganz wirkungslos ist die Anwendung antiseptischer Mittel, wie Phenol oder Formaldehyd gegen die Gasentwickelung in der Diffusion oder überhaupt gegen Gährungserscheinungen in den Säften, da von diesen Mitteln viel zu geringe Mengen angewendet werden dürfen, wenn sie nicht zu kostspielig werden sollen und wenn der Zucker keinen schlechten Geschmack und Geruch erhalten soll.

XII.
Die Verdampfung.

Durch die Verdampfung soll der Dünnsaft von ungefähr 12—13 ° Brix zu einem Dicksaft von ungefähr 60—65 ° Brix eingedampft werden; es sollen also ungefähr 80 v. H. Wasser aus dem Dünnsaft verdampft werden. In Fabriken, in denen die Heizflächen der Verdampfapparate zu klein oder nicht leistungsfähig genug sind, begnügt man sich mit einer Eindickung auf 50 ° und sogar noch darunter, natürlich auf Kosten des Dampf- und Kohlenverbrauches. Eine richtige Verdampfstation soll aber so bemessen sein, daß man selbst unter ungünstigen Umständen einen Dicksaft von mindestens 55—60 ° Brix erhält. Über 65—70 ° hinauszugehen, ist nicht anzuraten, da solche dicken Säfte das Verkochen erschweren und es auch vorkommen kann, daß sie bei dem Erkalten in den Rohrleitungen Kristalle ausscheiden, welche Verstopfungen hervorrufen.

Die **Mengen Dünnsaft,** welche man gewöhnlich und durchschnittlich erhält, berechnen sich in einer mit Trockenscheidung und mit 2 v. H. Kalk arbeitenden Fabrik auf 100 kg Rüben ungefähr wie folgt:

Abzug von der Diffusion ca. 105 Liter . . .	=	110,0 kg Saft
Absüßer der Schlammpressen 125 % von 8 % Schlamm	=	10,0 „ „
Verschiedene Kondensationswässer	=	2,0 „ „
im ganzen Dünnsaft		122,0 kg.

In Fabriken, die mit Kalkmilchscheidung arbeiten, ist der Kalkverbrauch stets etwas höher, also auch die Menge der Absüßer größer. Außerdem genügen diese gewöhnlich nicht zum Löschen des Kalkes, sodaß man in solchen Fabriken unter gleichen Verhältnissen mindestens 125 kg Dünnsaft auf 100 kg Rüben annehmen muß.

Diffusionsaft, der mit einem Zuckergehalt von 12—13 v. H. abgezogen wird, gibt daher einen Dünnsaft mit $10^1/_2$—$11^1/_2$ v. H. Zucker. In mittleren Fabriken mit 5000 dz Rüben-Verarbeitung sind täglich ungefähr 625000 kg Dünnsaft, in größeren mit 10—20000 dz Verarbeitung $1^1/_4$—$2^1/_2$ Millionen kg einzudicken.

Zum Verdampfen solcher großen Mengen Wasser dienen systematisch zusammengestellte Verdampfapparate von sehr verschiedenartiger Konstruktion. Die Heizflächen der Apparate sind in den gewöhnlich gebrauchten Apparaten Rohre, welche in Rohrplatten abgedichtet sind. In den Apparaten stehender Konstruktion kocht der Saft in den Rohren, bei den liegenden um dieselben. Die Länge der Rohre ist bei den ersteren gewöhnlich 1,25—1,50 m, bei den letzteren 3—4 m, ihr Durchmesser schwankt zwischen 20—50 mm. Die sonstigen Einzelheiten der Konstruktion sind, soweit sie und ihre Wichtigkeit nicht im nachstehenden erwähnt werden, ziemlich nebensächlicher Natur. Jeder Verdampfapparat sollte aber mit richtig anzeigendem Thermometer und Quecksilber-Vakuummeter, sowie mit richtig sitzenden Schau- und Leuchtgläsern versehen sein, damit der Inhalt stets genau beobachtet werden kann.

In dem **einzelnen Verdampfapparat** verdampft 1 kg Dampf eine der abgegebenen Wärmemenge entsprechende Menge Wasser, also höchstens auch 1 kg Wasser. Eine bessere Ausnützung der Wärme des in den Dampfkesseln erzeugten Dampfes kann daher nur dadurch erzielt werden, daß der in dem einen Verdampfapparat erzeugte Dampf in anderen Apparaten wieder zur Verdampfung oder Anwärmung dient. Die Betrachtung des einzelnen Verdampfapparatgliedes, welches uns zunächst beschäftigen wird, kann sich daher nicht mit der Dampfersparnis befassen, sondern nur mit den Bedingungen, unter welchen in diesem Apparate möglichst viel Wasser auf der Einheit der Heizfläche verdampft wird, unter welchen also seine Leistung möglichst groß ist, ohne daß sonstige Übelstände entstehen.

Die Wärmemenge, welche in der Zeiteinheit durch eine Heizwand hindurchgeht, ist direkt proportional dem Wärmegefälle, d. i. dem Unterschiede der Temperaturen des Heizdampfes und der siedenden Flüssigkeit, und der Leitungsfähigkeit des Metalls der Heizfläche und umgekehrt proportional der Dicke der Heizwand und der Größe der sonstigen Widerstände, welche sich dem Wärmedurchgang entgegenstellen.

Die Ursache für diese **Widerstände** ist in den ruhenden Wasser- oder Flüssigkeitschichten zu suchen, welche sich auf beiden Seiten der Heizfläche vorfinden. Sie bilden sich infolge der Adhäsion des Wassers und der wässerigen Lösungen an der Heizwand. Die Wärme überträgt sich demnach nicht unmittelbar von dem Dampf

auf das Metall, sondern zunächst auf das an den Heizflächen entlangfließende Wasser, von diesem auf die dem Metall anhängende ruhende Wasserschicht und dann erst auf das Metall. Auf der Flüssigkeitseite findet der umgekehrte Vorgang statt, indem die Wärme von dem Metall zunächst auf die ruhende Flüssigkeitschicht und von dieser erst auf die bewegliche Flüssigkeit übergeht.

Da die Leitungsfähigkeit des Wassers und der wässerigen Lösungen 100 mal kleiner ist als für Eisen, und 120 mal kleiner als für Messing, so ist klar, daß bereits eine sehr geringe Dicke der ruhenden Schichten die Wärmeübertragung stark verringern muß.

Alle Umstände, welche von Einfluß auf die Dicke der ruhenden Schichten sind, haben deshalb auch Einfluß auf den Wärmedurchgang. Die Dicke der Flüssigkeitschichten ist nun von der Geschwindigkeit, mit der sich das Wasser oder die Lösungen bewegen, und von deren Zähflüssigkeit abhängig. Die letztere ist für Wasser und für Lösungen um so kleiner, je wärmer sie sind und je weniger konzentriert die Lösungen sind. Die Geschwindigkeit der Bewegung ist von der Bauart der Verdampfapparate und für die siedende Flüssigkeit besonders auch von der Menge der aufsteigenden Dampfblasen abhängig.

Hieraus ergibt sich, daß die **Wärmeübertragung** von dem Heizdampf auf die siedende Flüssigkeit um so größer ist,

1. je schneller der zu verdampfende Saft an der Heizfläche entlang bewegt wird,
2. je geringer die Safthöhe, also der Saftdruck auf die Heizfläche ist,
3. je schneller der Heizdampf an der Heizfläche entlang strömt,
4. je schneller und vollständiger das kondensierte Wasser von der Heizfläche entfernt wird,
5. je vollständiger die Entluftung des Heizraumes ist,
6. je besser die Heizfläche die Wärme leitet, je reiner sie von Stein und sonstigen Ansätzen ist,
7. je weniger zähflüssig der Saft ist,
8. je heißer der Saft ist, also unter je größerem Druck er siedet,
9. je größer das Temperaturgefälle zwischen Heizdampf und siedendem Saft ist.

Diese Bedingungen für eine gute Wärmeübertragung müssen ferner mit möglichst einfachen Mitteln erreicht werden, sodaß ein praktisch brauchbarer Verdampfapparat eine einfache und übersichtliche

Konstruktion haben und leicht zu bedienen und zu beaufsichtigen sein muß. Dann muß er aber auch die Gewähr bieten, daß Saftverluste nicht stattfinden können, und schließlich muß die Anschaffung nicht zu teuer sein.

Allen Ansprüchen an einen, für die Zuckerfabriken brauchbaren Verdampfapparat muß man die Einfachheit der Konstruktion und Bedienung voranstellen. Da die Verdampfapparate Tag und Nacht in Betrieb sind und auch Sonntags nur wenige Stunden zur Reinigung und zu Reparaturen übrig bleiben, so muß jede Konstruktion verworfen werden, welche zu Betriebstörungen Anlaß geben kann, ebenso solche, welche eine über daß gewöhnliche Maaß hinausgehende Aufmerksamkeit für die Beaufsichtigung beansprucht, da der Betrieb nur gewöhlichen Arbeitern überlassen werden muß.

Dieser Forderung der Einfachheit entsprechen die in den meisten Fabriken vorhandenen **liegenden und stehenden Apparate** in durchaus zufriedenstellender Weise. Bei vielen anderen Konstruktionen, so besonders bei den theoretisch auf völlig richtiger Grundlage beruhenden **Rieselapparaten**, sind bisher stets Betriebstörungen oder eine unregelmäßige Arbeit aufgetreten, sodaß sie mit Recht wenig Anklang in der Industrie gefunden haben. An Stelle der Rohrsysteme mit senkrechten Rohren werden auch solche mit schräg stehenden Rohren gebaut und für die Verdampfung und Verkochung empfohlen. Für gewisse Zwecke können sie einige Vorteile bieten, im allgemeinen ist aber nicht einzusehen, daß sie merklich mehr als richtig konstruierte stehende Appatate leisten sollen.

Es muß überhaupt stets im Auge behalten werden, daß die Leistungsfähigkeit eines Verdampfapparates zwar stets in Betracht gezogen werden muß, daß es aber schließlich bei der Wahl zwischen zwei Verdampfapparat-Konstruktionen ganz gleichgiltig ist, ob man bei der einen, leistungsfähigeren den Quadratmeter Heizfläche mit demselben Preis bezahlen muß, wie zwei Quadratmeter der anderen Konstruktion, welche nur die halbe Leistungsfähigkeit hat. Dann hat aber auch die Leistungsfähigkeit eines Verdampfkörpers im allgemeinen nichts mit der eigentlichen Wärmeökonomie des ganzen Verdampfsystems zu tun; diese beruht allein auf der richtigen Zusammenstellung und Verbindung der einzelnen Glieder.

Die **Leistungsfähigkeit der einzelnen Apparatkörper** spielt daher bei der Anschaffung eines Verdampfapparates keine erste, wohl

aber eine immerhin sehr beachtenswerte Rolle. Bei einem vorhandenen Verdampfapparat muß stets das Bestreben sein, ihn bis zu der höchsten Leistung zu bringen. In dieser Richtung kann man häufig mit einfachen Mitteln sehr große Erfolge erzielen und zuweilen kostspielige Vergrößerungen der Verdampfstation vermeiden, wenn man die oben angeführten Bedingungen für den betreffenden Fall anzuwenden versteht. Eine eingehende Besprechung der Mittel zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der üblichen stehenden und liegenden Apparate erscheint daher notwendig.

Die auffallendste Einwirkung auf die Leistung der Verdampfapparate haben die **Höhe des Saftstandes** und die **Saftströmung.** Früher glaubte man, daß man in den stehenden Apparaten den Saftstand mindestens so hoch halten müßte, daß die obere Rohrplatte noch ganz mit Saft bedeckt wäre, daß also der Saft mindestens in einer Höhe gleich der Länge der Heizrohre, also $1^1/_4$—$1^1/_2$ m hoch gehalten werden müßte. Ebenso hoch hielt man den Saft in den gewöhnlichen liegenden Apparaten. Je höher aber die Saftsäule ist, die auf einer Heizfläche ruht, desto höher ist der Druck und daher auch der Siedepunkt an dieser Stelle der Heizfläche. Gegen diese Annahme spricht durchaus nicht die durch Versuche gefundene Tatsache, daß Thermometer, welche über und unter dem Rohrsystem angebracht sind, völlig gleiche Temperaturen anzeigen; denn die Bewegung des Saftes ist in den Apparaten stets so stark, daß der an einer Stelle dicht an der Heizfläche überhitzte Saft sich sofort, nachdem er die überschüssig aufgenommene Wärme in Form von Dampf abgegeben hat, mit dem allgemeinen Saftstrom vermischt, sodaß die Temperatur des Saftes, soweit sie durch hineingehaltene Thermometer meßbar ist, an allen Stellen des Saftraumes die gleiche ist. Trotzdem ist es richtig, daß an der unter einem Saftdruck stehenden Stelle der Heizfläche, wo sich eine Dampfblase entwickelt, die Temperatur der Heizwand und auch die Temperatur der sie benetzenden Saftschicht, welche nicht mit dem allgemeinen Saftstrom sich bewegt, wenigstens nicht in dem Augenblick, wo die Dampfblase entsteht, eine dem erhöhten Druck entsprechende erhöhte Siedetemperatur haben muß, denn sonst könnte sich eben kein Dampf bilden. Die Temperaturdifferenz zwischen dem Heizdampf und der die Heizfläche benetzenden Flüssigkeit, welche hier allein in Frage kommt, sinkt also, wenn der Saftdruck höher wird; da die Verdampfung annähernd proportional dem Temperaturgefälle vor sich geht, so wird die Leistungsfähigkeit eines Verdampf-

apparates bei höherem Saftstande verringert. Man hat daher in stehenden Apparaten die Heizrohre kürzer gemacht, jedoch war damit der Übelstand verknüpft, daß man in der Größe der Heizfläche eines Körpers beschränkt wurde, da der Durchmesser eines Apparates aus anderen Gründen nicht viel über 3 m genommen werden kann.

Eine solche Verkürzung der Heizrohre ist aber auch nicht nur unnötig, sondern sogar für die Leistungsfähigkeit schädlich, wenn man mit niedrigem Saftstande in den Verdampfapparaten arbeitet. Der Saft wird dann durch die entstehenden Dampfblasen in die Höhe geschleudert, er steigt fortwährend als schaumiger Saft in die Höhe und dann oben aus den Rohren hinaus, sodaß die Rohre stets in ihrer ganzen Höhe mit Saft bedeckt sind, und zwar mit Saft, der an der Heizfläche schnell bewegt und erneuert wird und der infolge seiner schaumigen Beschaffenheit nur einen geringen Druck auf die entstehenden Dampfblasen ausübt. Je länger bis zu einer gewissen Grenze die Rohre sind, desto größer ist die Saftgeschwindigkeit in ihnen, ohne daß der Druck im unteren Teil wesentlich zunimmt, und desto besser ist die Leistung der Heizfläche.

Wie tief man den Saftstand, dessen Höhe durch Saftstandgläser nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren gemessen wird, erniedrigen kann, hängt von vielen Umständen ab, besonders von der Zähflüssigkeit des Saftes und von dem Volumen der aus einer bestimmten Menge Wasser entstehenden Dampfblasen. In den Dicksaftkörpern kann man daher den Saftstand niedriger halten als in den ersten, mit dünnen Säften gefüllten Apparaten. Die richtigste Höhe ergibt sich aus der Erfahrung; es ist nur nötig, darauf zu achten, daß der Saft immer noch aus allen Heizröhren herauskommt.

Auch bei den liegenden Apparaten soll man den Saftstand möglichst niedrig halten, obwohl damit keine so günstige Wirkung erzielt werden kann, wie in den stehenden. Dagegen ist es bei dieser liegenden Konstruktion möglich, in geringer Höhe vom Boden eine sehr große Heizfläche einzulegen, wenn man den Apparaten eine kofferartige Form gibt; diese ist also hier allen anderen Konstruktionen vorzuziehen.

Um die Saftströmung in den stehenden Apparaten zu erhöhen und zu erleichtern, werden in der Mitte oder verteilt über die Fläche Zirkulationsrohre von größerem Durchmesser angebracht, welche den nach oben aus den Röhren herauskochenden Saft wieder nach unten

führen. Vielfach wird die Strömung des Saftes auch nach dem äußeren Rande des Rohrsystems geleitet, indem dieses in den Apparat so eingehängt ist, daß zwischen Apparatwand und Rohrkörperwand noch ein ringförmiger Zwischenraum bleibt. In den liegenden Apparaten müssen die einzelnen Rohre oder Rohrbündel genügend weit von einander liegen, damit der Saft seinen Weg nach unten finden kann.

Ein weiteres Mittel, um die Saftgeschwindigkeit in den stehenden Apparaten zu erhöhen, besteht darin, daß Stäbe von Holz oder emailliertem Eisen in die Heizrohre eingehängt werden, durch welche der kreisförmige Querschnitt zu einem ringförmigen verengt wird. Bei der Anwendung der Holzstäbe tritt der Übelstand auf, daß sie nach einiger Zeit infolge der Hitze und der Alkalität der Säfte brüchig werden; zuweilen sollen sie auch nach dem Auskochen der Apparate mit Säure die Säfte dunkel färben. Eisenstäbe sind im Vergleich zu ihrer Wirkung zu teuer.

Die Saftgeschwindigkeit kann in den Rohren auch dadurch erhöht werden, daß man Rohre von kleinerem Durchmesser nimmt, da der Inhalt der Rohre in weit stärkerem Maaße abnimmt als ihre Heizfläche. Häufig gebraucht man daher für die ersten Körper engere Rohre als für die letzten, sodaß man den Durchmesser der Heizrohre in einen gewissen Zusammenhang mit dem Volumen der entstehenden Dämpfe bringt.

Eine Einrichtung, welche die Saftströmung im ersten Körper eines Vielkörperapparates verbessern soll, besteht in der Aufstellung eines kleinen, stehenden, Zirkulator genannten Verdampfapparates, der mit dem eigentlichen Dünnsaftkörper oben und unten verbunden ist. Der Zirkulator wird mit Kesseldampf beheizt, die entwickelten Dampfblasen reißen den Saft mit in die Höhe und treiben ihn oben über dem Rohrsystem in den großen Apparat hinein, während unten Saft aus dem großen in den kleinen Apparat eintritt. Die Wirkung dieses Apparates als Zirkulator ist aber sehr zweifelhaft, weil der durch ihn in dem großen Apparat herbeigeführte Saftstrom demjenigen, der in diesem großen Apparat bereits von selbst entsteht, gerade entgegengesetzt ist. Wenn der Zirkulator trotzdem Vorteile hat, so liegt das daran, daß man die hohe Temperatur des Kesseldampfes besser in ihm ausnutzen kann, als wenn man den Kesseldampf dem Abdampf beimengt, also auf dessen Spannung und Temperatur nutzlos expandieren läßt. In dem Zirkulator ist daher das Wärme-

gefälle mehrfach größer, als in dem ersten Körper, mit dem er verbunden ist, und seine Leistung dementsprechend für die Heizflächeneinheit ebenfalls größer.

Die Wärmeübertragung hängt ferner von der **Geschwindigkeit** ab, **mit welcher der Dampf an den Heizflächen vorbeiströmt,** und von der Leichtigkeit, mit der das **kondensierte Wasser von der Heizfläche abfließt.** Bei den stehenden Apparaten ist die Geschwindigkeit des Heizdampfes im Dampfraum nicht groß, dagegen fließt bei ihnen das kondensierte Wasser von den senkrechten Rohren sehr schnell und vollkommen ab. Bei den liegenden Apparaten kann durch geeignete Zusammenstellung der Heizrohre zu Bündeln dem Heizdampf eine große Geschwindigkeit erteilt werden, besonders wenn die Heizrohre nur einen kleinen Durchmesser, bis 20 mm herunter, haben. Diese Geschwindigkeit ist aber nur in dem, dem Dampfeintritt nächstgelegenen Teile sehr groß; je mehr der Dampf sich dem Wasseraustritt nähert, desto geringer wird die Geschwindigkeit, bis sie schließlich beinahe 0 wird. Das kondensierte Wasser fließt in den wagerecht liegenden Röhren der liegenden Apparate nur langsam ab, der untere Teil wird überhaupt nie frei von Wasser, wenn dieses nicht in den Teilen der Rohre, wo die Dampfgeschwindigkeit groß ist, durch den Dampf mitgerissen wird. Eine Verbesserung der stehenden Apparate wird sich also hauptsächlich darauf richten müssen, die Dampfgeschwindigkeit zu vergrößern, während bei den liegenden Apparaten wesentlich eine bessere Abführung des Wassers angestrebt werden muß.

Alle Dämpfe, sowohl der Kesseldampf als auch die Brüdendämpfe enthalten stets geringe Mengen nicht kondensierbarer Gase, so besonders Luft und geringe Mengen Kohlensäure und Ammoniak. Gewöhnlich spricht man von Ammoniakdämpfen, wenn man die nicht kondensierten Gase meint, obwohl die größte Menge Ammoniak von dem kondensierten Wasser absorbiert wird. Würde man nun die nicht kondensierbaren Gase nicht abführen, so würden sie sich in den Heizräumen ansammeln und einen allmählich immer größer werdenden Raum einnehmen, der für die Kondensation des Wasserdampfes, also für die Wärmeübertragung verloren wäre. Die Wichtigkeit einer **vollkommenen und dauernden Abführung dieser Gase** ist daher ohne weiteres klar; sie tritt noch um so mehr hervor, wenn man bedenkt, daß das stets vorhandene Ammoniak in Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft zu betriebstörenden, starken Korrosionen

der Messing- und Kupferröhren Veranlassung gibt, wenn es sich an einer Stelle längere Zeit ansammelt. Man hat zwar versucht, das Ammoniak durch Absorptions-Apparate, die in die Brüdendampfleitungen eingeschaltet werden, unter Anwendung von schwefeliger Säure oder Schwefelsäure, Kalialaun etc. als Absorptionsmittel aufzufangen, indem man die entstandenen Kosten durch den Wert der erhaltenen Ammoniaksalze zu decken hoffte. Jedoch haben sich diese Einrichtungen nicht einführen können, weil sie keinen Gewinn bringen. Man überschätzte die Mengen des in den Brüdendämpfen vorhandenen Ammoniaks. Beim Eindampfen des Dünnsaftes werden auf 100 kg Rüben ungefähr 10—20 g je nach der Beschaffenheit derselben erzeugt, sodaß bei einer mittleren Verarbeitung täglich nur etwa 100—200 kg NH_3 gewonnen werden können, wenn die Absorption vollständig gelingt. Diese geringen Mengen lohnen nicht die kostspieligen und in ihrer Wirkung nicht sicheren Anlagen, welche für jeden Körper eingebaut werden müßten. Durch solche Einrichtungen könnten auch nur die Korrosionen verhütet werden, da die anderen Gase außer Ammoniak trotzdem in dem Dampf bleiben und abgesaugt werden müssen. Als solch ein zweites Gas, welches aus den Säften stammt, ist die Kohlensäure zu nennen, welche in größeren Mengen jedoch nur bei zu weit saturierten Dünnsäften auftritt. Mit Ammoniak zusammen bildet sie häufig kohlensaures Ammoniak, welches enge Rohrleitungen zuweilen bis zur Verstopfung anfüllt.

Eine strenge Scheidung der Gase von den Dämpfen tritt natürlich im Heizraume, in welchem stets eine starke Bewegung herrscht, nicht ein. Es gibt aber Stellen, wo diese Bewegung nur klein ist; dorthin werden die Gase gedrängt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß bei den stehenden Apparaten die Messingrohre nur im oberen Teile zerfressen werden, woraus mit Recht geschlossen wird, daß sich sämtliche Gase nur im oberen Teile ansammeln. Die Abzugrohre sind daher in der oberen Rohrplatte anzubringen, und zwar nach der Zahl und Stellung der Dampfeingänge an verschiedenen Stellen. Ist nur ein Dampfstutzen vorhanden, dann liegen die für die Absaugung günstigsten Stellen, also diejenigen, wo den nicht kondensierbaren Gasen möglichst wenig Dampf beigemengt ist, an den vom Dampfeintritt entferntest gelegenen Punkten des äußeren Randes und des mittleren Zirkulationsrohres. Sind zwei gegenüberliegende Dampfstutzen vorhanden, dann sind die in der Mitte zwischen ihnen liegenden Stellen zu entlüften.

Sollten sich aber erfahrungsgemäß noch Korrosionen der Heizrohre an anderen Stellen zeigen, so sind auch dort Abzugrohre anzubringen, weil diese Anfressungen eben das untrüglichste Zeichen einer dauernden Ansammlung von Gasen an dieser Stelle sind. Bei der Anbringung der Abzugstutzen in der Rohrwand ist darauf zu achten, daß sie nicht in den Dampfraum hineinragen, sondern glatt mit der unteren Wandfläche abschneiden, weil sonst erst recht ein Raum geschaffen wird, wo die Gase nicht weggeschafft werden können. Um Zerfressungen am oberen Teil der Rohre ganz zu vermeiden, wird auch empfohlen, die Rohre mit einem haltbaren Lacküberzug zu versehen oder auf sonstige geeignete Weise zu schützen.

Bei den liegenden Verdampfapparaten ist der Dampfeintritt immer auf einer Seite und die nicht kondensierten Gase werden daher mit dem kondensierten Wasser zusammen bis an das Ende der Rohre oder der vereinigten Rohrbündel gedrängt. Die Abzugstutzen sind daher nur am oberen Teil der Austrittkammern anzubringen. Liegen die Rohre nicht ganz wagerecht, sondern gebogen, so kann sich Gas in dem Rohr ansammeln und solche Rohre werden dann nach kurzer Zeit zerfressen.

Wie bereits erwähnt, ist es nicht möglich, die Gase allein abzusaugen, es müssen vielmehr verhältnismäßig sehr große Mengen Dampf mitgesaugt werden. Wieviel man abziehen muß, ist allein Sache der Erfahrung. Ein wenig zuviel schadet hier jedenfalls weniger als zu wenig, da ein geringer Dampfverlust nicht so schädlich ist, wie stärkere Korrosionen der Rohre und eine verminderte Leistung des Apparates. Größere Aufmerksamkeit wird man der Regelung des Gasabzuges aus den Dampfräumen der Dünnsaftkörper schenken, weil hier der Dampf noch am wertvollsten ist, während aus den Dicksaftkörpern, wo der Heizdampf schon eine sehr geringe Spannung hat, die Gase aus dem mehrfach ausgenützten Dampf ohne Bedenken mit ziemlich groß geöffnetem Ventil abgeleitet werden können. Als Anhalt kann dienen, daß die Abzug-Ventile oder -Hähne am Dünnsaftkörper nur einen Durchmesser von 5—10 mm zu haben brauchen oder daß man bei größeren Ventilen diese entsprechend drosselt oder Scheiben mit solchen Löchern in die Leitung schraubt, wogegen die Ventile an den letzten Körpern 25—50 mm Durchmesser haben und mindestens halb geöffnet sein müssen. Um die Wärmeverluste hierbei in mäßigen Grenzen zu halten, leitet man die abgezogenen Dämpfe, welche kaum 1 $^0/_{00}$ nicht kondensierbarer Gase enthalten, nicht direkt zum Konden-

sator, sondern aus dem Heizraum in den Kochraum desselben Körpers, sodaß der Dampf in den folgenden Körpern noch ausgenutzt wird.

Für besonders gute und schnelle Entluftung muß bei dem Anstellen des Verdampfapparates gesorgt werden, wo die Heizräume noch ganz mit Luft gefüllt sind.

Damit die Wärme von dem Heizdampf zur Flüssigkeit gelangt, muß sie die **Heizflächenwand** durchdringen. Als Material für die Rohrwände wird meistens Messing, Eisen oder Stahl genommen; Kupfer verwendet man kaum für die Verdampfapparate, sondern nur für die Schlangen der Kochapparate. Die Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle ist ziemlich verschieden, jedoch spielt diese Verschiedenheit bei reinen Oberflächen der Heizrohre keine große Rolle. Einen größeren Einfluß übt schon die Dicke der Wandung aus, um so mehr als bei dem schlechter leitenden Eisen die Rohrwand meistens dicker sein muß als bei Messing. Eine sehr wesentliche Rolle spielt aber die **Oberflächenbeschaffenheit**, und zwar nicht nur die Beschaffenheit der Oberfläche auf der Saftseite, sondern auch die auf der Dampfseite. In letzterer Beziehung sind Messingrohre den Eisenrohren vorzuziehen, da sich das Eisen nach kurzer Zeit schon mit einer Rostschicht belegt, welche nicht entfernt werden kann und die Wärme schlecht leitet. In manchen Fabriken haben sich die Rohre aus Eisen, besonders die dünnwandigen, auch deshalb nicht bewährt, weil sie beim Auskochen mit Salzsäure angegriffen wurden, sodaß sie nach kurzem Gebrauch undicht waren und ausgewechselt werden mußten.

Auf der Saftseite kommt bei allen Rohren in gleicher Weise nur der **Steinabsatz** in Frage.

Es gibt wohl sehr selten Dünnsäfte, welche keinen Stein absetzen, selbst wenn sie noch so gut filtriert und aufgekocht sind. Die hauptsächlich den Steinabsatz bildenden Salze, nämlich die Kalksalze der Kohlensäure, Schwefelsäure, schwefeligen Säure, Oxalsäure und anderer organischen Säuren sind im Dünnsaft nicht völlig unlöslich. Sie sind ferner in den dünnen Säften löslicher als in den Dicksäften und fallen daher nicht nur infolge der Wasserverdampfung, sondern auch wegen der schwereren Löslichkeit in den dickeren Säften aus, wobei sie sich zum Teil auf den Heizflächen festsetzen. Bleibt die Dicke des Steinansatzes in mäßigen Grenzen, so leidet die Verdampfungsfähigkeit des Apparates nicht wesentlich. In kürzerer oder längerer Zeit nimmt die Menge des Steinabsatzes aber so zu, daß an eine Beseitigung desselben gedacht werden muß.

In den verschiedenen Körpern eines Vielkörperapparates ist die Stärke des Steinansatzes sehr verschieden. Sind die Säfte gut geschieden, saturiert und aufgekocht, so setzt sich in den Dünnsaftkörpern sehr wenig Stein ab, in den letzten Körpern jedoch mehr oder weniger, je nach der Menge der schwer löslichen Kalksalze. Ist die Nachsaturation aber nachlässig und nicht heiß genug ausgeführt oder ist die Filtration nicht sorgfältig genug geschehen, so zeigt sich auch in den ersten Körpern eine dickere Steinkruste. Dieser letztere Ansatz entsteht also meistens aus den Schlammteilchen, die mit dem Saft zusammen in die Apparate gelangen, während die Absätze in den letzten Körpern dadurch entstehen, daß die im Dünnsaft gelösten Kalksalze nach der Verdampfung des größten Teiles des Wassers ausfallen. Aus diesem Grunde kann das Aufkochen der Dünnsäfte vor der Verdampfung keine Verringerung des Steinansatzes in den letzten Körpern hervorrufen. So vorteilhaft das Aufkochen der Säfte vor und nach der ersten Nachsaturation ist, so wenig Zweck hat eine besondere Aufkochstation für den fertig saturierten und filtrierten Dünnsaft, wie sie in einigen Ländern, in welchen ohne Unterbrechung am Sonntag gearbeitet wird, vielfach üblich ist. Mehr empfehlenswert erscheint in solchen Fällen die Einführung der Filtration des Saftes beim Übertritt von dem einen Körper zum nächsten, gegebenenfalls unter Anwendung von Pumpen, wenn der Druckunterschied zu gering ist.

Die Entfernung des Steinabsatzes auf mechanischem Wege durch Ausbürsten, Schaben oder Kratzen ist während der Kampagne nur in den stehenden Apparaten möglich, in den liegenden nicht, da bei diesen die Rohre zu diesem Zwecke herausgenommen werden müßten. Aber auch in den stehenden Apparaten ist die mechanische Reinigung sehr umständlich, zeitraubend und eine für die Arbeiter lästige Arbeit. Man zieht daher fast überall die chemische Reinigung durch Auskochen der Apparate mit Soda oder mit Bisulfat und Salzsäure oder mit Säure allein vor und erreicht damit, wenn das Auskochen genügend und jeden Sonntag vorgenommen wird, mit seltenen Ausnahmen eine fast gleichbleibende Leistungsfähigkeit der Apparate während der ganzen Kampagne.

Besteht der Steinansatz fast nur aus kohlensaurem Kalk, so genügt das Auskochen mit verdünnter Salzsäure allein. Vielfach enthält er aber auch noch andere Kalksalze, die sich schwer oder garnicht aus dem festen Steinansatz in verdünnter Salzsäure lösen, besonders schwefeligsauren, schwefelsauren und oxalsauren Kalk,

ferner Kalkseifen, die sich aus den gegen das Schäumen in die Apparate zugesetzten Fetten gebildet haben. Weitere Bestandteile des Steines sind noch zuweilen Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd, welche aus dem Kalk stammen, und unzersetzte Fette, welche insofern schädlich wirken, als sie das Benetzen des Steines durch die kochende Flüssigkeit verhindern und daher auch dem Eindringen der Salzsäure hinderlich sind. In allen diesen Fällen ist es vorteilhaft, zunächst mit schwacher Sodalösung auszukochen, um die Kalksalze in kohlensauren Kalk überzuführen und um den Stein überhaupt zu lockern und die unzersetzten Fette zu lösen. Den so veränderten Stein löst die Salzsäure dann sehr leicht auf. Will man sich das zweimalige Auskochen ersparen, so soll ein Zusatz von Bisulfat (saurem schwefelsaurem Natron) vorteilhaft sein, da durch dieses der kohlensaure und organischsaure Kalk in schwefelsauren Kalk übergeführt wird, der einen größeren Raum einnimmt und daher den harten Steinansatz sprengen oder lockern und leichter in Salzsäure löslich machen soll. Nur in sehr seltenen Fällen widersteht ein Absatz, besonders wenn er sehr viel Kieselsäure oder Tonerde enthält, dieser chemischen Behandlung; dann hilft allerdings nur die mechanische Reinigung.

Die zum Auskochen dienende Salzsäure darf nicht zu konzentriert sein, damit sie unter keinen Umständen merkliche Mengen Eisen von den Apparatwänden auflöst und diese schwächt. Gegen verdünnte Säuren bildet der Steinabsatz, der sich natürlich auch auf den Wänden vorfindet, einen genügenden Schutz. Der Gehalt des Säurewassers an HCl soll daher niemals mehr als 1 v. H. in den letzten Körpern, wo der meiste Stein sich vorfindet, und nicht mehr als $^1/_4$—$^1/_2$ v. H. in den vorhergehenden Körpern betragen. Damit die Wände auch nicht bei dem Einziehen der Salzsäure leiden, wo an den Einzugstellen sich leicht einige Zeit eine konzentriertere Säure vorfindet, ist anzuraten, die Säure durch ein, bis in die Mitte des Apparates führendes Rohr einzuziehen und bei den unter Luftleere kochenden Apparaten erst dann, wenn das Wasser in ihnen kocht, damit durch die Bewegung sofort eine Mischung eintritt. Das Auskochen mit Säure soll ferner bei nicht zu hohen Temperaturen und nicht zu lange, etwa 1—2 Stunden lang, erfolgen. Verfährt man in dieser Weise, so bringt man die Apparate auf ihre frühere Leistung, sie leiden fast garnicht und können 20 Jahre und noch länger ihre Dienste tun.

Das während des Kochens mit Salzsäure kondensierte Brüdenwasser ist auf seine Reaktion zu prüfen. Falls es sauer reagiert, darf

es nicht zum Speisen der Kessel genommen werden oder es durch Soda vorher neutralisiert werden.

Die zum Auskochen dienende Sodalösung soll einen Gehalt $^1/_2$—$1^1/_2$ v. H. Na_2CO_3 haben. Das Auskochen mit dieser Lös soll möglichst lange und bei möglichst hohen Temperaturen in Körpern erfolgen; die Luftleere ist daher durch Schließen des Brü ventils oder durch Anstellen von wenig Wasser zum Konden stark zu erniedrigen. Starkes Kochen ist weder hierbei noch bei Auskochen mit Salzsäure nötig; es genügt, wenn die Flüssi schwach aufwallt.

Nach dem Auskochen mit Säure sind die Apparate sofort dem Säurewasser zu entleeren und sehr sorgfältig mit Wasser au spülen, am besten und sichersten in der Weise, daß man sie dem Auslaufen der Säure mit Wasser bis über die Rohre auf Die Wasserspülleitungen aller Körper eines Verdampfapparates so von einer gemeinsamen Hauptleitung abgehen, welche durch Hauptabsperrventil abgeschlossen werden kann. Dieses ist wäh des Betriebes unter sicheren Verschluß zu nehmen, damit kein brauch mit Wasserzulassen zum Saft getrieben werden kann. Besichtigung der Apparate nach dem Auskochen mit Säure darf we der Gefahr einer immerhin noch möglichen Knallgas-Explosion eher erfolgen, als bis durch die Luftpumpe genügend Luft hind gesaugt ist.

Ist die volle Leistungsfähigkeit nach dem Auskochen wieder hergestellt, so ist das ein Zeichen, daß mit zu schwa Lösungen oder zu kurze Zeit gekocht worden ist. Es muß dann nächsten Sonntag richtiger verfahren werden. Es ist aber durc nicht nötig, daß die Heizrohre nach dem Auskochen ganz blank frei von Stein sind, sondern die Verdampfung gelangt schon auf die frühere Höhe, wenn die Steinschicht dünner und vor Dingen gelockert worden ist.

Daß an allen Apparatkörpern passende Ventile angebracht müssen, um die Chemikalien einzuziehen und um sie schnell Kochen zu bringen, ist selbstverständlich. Es muß alles so beq wie möglich eingerichtet sein, damit die kurze, am Sonntag Verfügung stehende Zeit gut ausgenützt wird.

Von großem Einfluß auf die Wärmeübertragung ist die Z**flüssigkeit des Saftes.** Da die Säfte, welche verdampft wer sollen, eine Reinheit von 90 und darüber haben, so enthalten sie

Verhältnis zum Zucker nur wenig Nichtzucker, und dessen Einfluß auf die Zähflüssigkeit des Saftes ist so gering, daß die verschiedenartige Beschaffenheit des Nichtzuckers hierbei garnicht in Betracht kommt. Säfte von gleicher Konzentration haben daher praktisch eine gleiche Zähflüssigkeit, aber die Zähflüssigkeit wächst in stark steigendem Verhältnis, je konzentrierter die Säfte werden, je höher also ihr Zuckergehalt wird. Dicksäfte sind deshalb viel zähflüssiger, als Dünnsäfte und die Leistung der Dicksaftkörper ist infolgedessen eine wesentlich kleinere, als die der Dünnsaftkörper.

Dazu kommt nun aber, daß die Dicksaftkörper noch in einem weiteren Punkte ungünstigere Verhältnisse haben, nämlich dadurch, daß sie infolge der größeren Luftleere eine niedrigere Siedetemperatur haben, als die Dünnsaftkörper. **Die Wärmeübertragung ist bei niedrigen Temperaturen** geringer, als bei höheren unter sonst gleichen Verhältnissen, zum großen Teil deshalb, weil die Zähflüssigkeit mit sinkender Temperatur zunimmt. Der Wärmeübertragungs-Koeffizient fällt mit dem Sinken der Siedetemperatur unter 100° in stark steigendem Maaße, während bei 100° und darüber die Unterschiede nicht so groß sind. Am zweckmäßigsten würde es daher in dieser Beziehung sein, wenn man alle Körper bei Temperaturen von ungefähr 100° und darüber sieden lassen könnte. Da aber die höchste, überhaupt zulässige Spannung des Maschinenabdampfes $^3/_4$—1 Atmosphäre Überdruck, seine Temperatur also höchstens 115—120° ist, so würde dann das Gesamt-Wärmegefälle für einen Vielkörperapparat zu klein werden. Außerdem müssen die dickeren Säfte, damit Zersetzungen vermieden werden, bei möglichst niedrigen Temperaturen eingedampft werden.

Als Gegenmittel für den schädlichen Einfluß der unvermeidlichen, niedrigen Siedetemperatur in den Dicksaftkörpern bietet sich nun die **Erhöhung des Wärmegefälles** für die unter Luftleere kochenden Körper dar. Es wird bei der Erhöhung dieses Gefälles nicht nur die Menge der übertragenen Wärme entsprechend dieser Erhöhung größer, sondern es steigt der Übertragungs-Koeffizient ebenfalls; dieser Koeffizient, d. i. also die auf 1 qm Heizfläche in der Stunde und bei 1° Temperaturdifferenz übertragene Wärmemenge ist z. B. bei einem Wärmegefälle von 75° auf 65° ca. 10, bei einem Gefälle von 85° auf 65° aber ca. 15. Von diesem Mittel muß denn auch in der Praxis ausgiebiger Gebrauch gemacht werden.

In einem richtig gebauten Verdampfapparat dürfen keine **mechanischen Zuckerverluste** entstehen. Die eine Ursache für solche Verluste sind **Undichtigkeiten** an den Rohren oder in den Rohrwänden. Während des Betriebes können hierdurch allerdings keine Saftverluste entstehen, weil der Druck des Heizdampfes stets höher ist, als der Druck im Kochraum, einschließlich desjenigen der Saftsäule. Von der Dampfseite her kann wohl Dampf und kondensiertes Wasser durch undichte Stellen zum Saft treten, aber niemals umgekehrt Saft in den Dampfraum. Bei Betriebstörungen können aber die Druckverhältnisse ganz andere werden und dann sind Saftverluste die unvermeidliche Folge solcher Undichtigkeiten. Daher ist auf die gute Beschaffenheit der Heizrohre und auf ihre Abdichtung in der Rohrwand große Aufmerksamkeit zu verwenden. Vor der Kampagne sind die fertig gestellten Apparate mit Wasser abzudrücken, und zwar die Apparate des Vielkörpers mit dem Druck vom Wasserkasten aus, der ja stets mehr als 1 Atmosphäre beträgt, der Saftkocher mit einem Druck, der höher ist als der höchste Dampfdruck. Bei den stehenden Apparaten wird der Wasserdruck auf der Heizdampfseite, bei den liegenden auf der Kochraumseite angestellt, sodaß jedes Rohr auf seine Dichtigkeit untersucht werden kann.

Die zweite Ursache für Zuckerverluste ist das **Überreißen von Safttröpfchen** mit den abziehenden Brüdendämpfen. Hierdurch können größere Verluste auftreten, weil sie unter ungünstigen Umständen fortwährend stattfinden. Das Überreißen von Saft ist um so eher möglich, je mehr Dampf in dem Saft entwickelt wird, je energischer daher die Dampfblasen an der Oberfläche platzen, je größer die Zähflüssigkeit des Saftes und je größer die Geschwindigkeit der abziehenden Dämpfe ist.

In den ersten Körpern des Verdampfapparates ist die Gefahr des Überreißens von Safttröpfchen sehr gering, weil der unter Druck oder geringer Luftleere sich entwickelnde Dampf keinen großen Raum einnimmt, der Saft dünn und leichtflüssig und die Dampfgeschwindigkeit eine geringe ist. Im Dicksaftkörper aber, wo der Dampf ungefähr einen sechsfach größeren Raum einnimmt als unter dem Druck der Atmosphäre, wird der zähflüssigere Saft durch die platzenden Dampfblasen teilweise mehr oder weniger fein zerstäubt. Gelangen die dabei entstehenden Safttröpfchen bis in die Rohrleitungen, in denen die Geschwindigkeit des Dampfes 100 m und mehr in der Sekunde beträgt, dann werden sie auch bis in den Kondensator mitgerissen und gehen im Fallwasser verloren.

Zum Auffangen dieser Safttröpfchen sind sehr verschiedenartig konstruierte Saftfänger zur Einschaltung in die Rohrleitungen erfunden worden, deren gemeinsames Prinzip darauf beruht, daß die Tröpfchen entweder an Sieben oder festen Wänden hängen bleiben oder sich in erweiterten Teilen niedersenken sollen. Die Wirksamkeit dieser Saftfänger ist aber vielfach zweifelhaft. Sie können sogar schädlich wirken, wenn der in ihnen aufgefangene Saft nicht sofort in den Verdampfapparat zurückfließt, sondern sich in dem Saftfänger ansammelt. Der durch kondensiertes Wasser stark verdünnte Saft kühlt sich dann ab und bildet so einen Nährboden für Mikroorganismen, die sich bald in reichlicher Menge in ihm entwickeln. Fließt dieser stark infizierte Saft dann zurück in den Dicksaftkörper, so können sich die Bakterien dort leicht weiter entwickeln, wenn die Luftleere sehr groß, die Temperatur also sehr niedrig ist. Jedenfalls reicht aber die Temperatur des Dicksaftkörpers nicht aus, um die Bakterien zu zerstören. Der Dicksaft ist dann mit lebenden Keimen infiziert und diese übertragen sich leicht auf die späteren Produkte, wenn der Dicksaft nicht vor der Filtration genügend lange auf annähernd 100 ° erhitzt wird. Der beste Saftfänger ist jedenfalls ein hoher Steigraum der Verdampfapparate. Auf die von der Saftoberfläche abgerissenen Saftteilchen wirken nämlich fortwährend zwei entgegengesetzte Kräfte ein. Die anfängliche Geschwindigkeit, mit welcher sie gerade oder schräg nach oben geschleudert werden, wird vermehrt durch den nach oben gerichteten Strom der Dämpfe, aber auch stetig vermindert durch die Einwirkung der Schwerkraft. In dem weiten Querschnitt des Steigraumes ist nun die Geschwindigkeit der Dämpfe nur ungefähr 4—5 m in der Sekunde, also nur gleich der Geschwindigkeit eines mäßigen Windes. Daher tragen die sehr dünnen Dämpfe nur wenig zur Beschleunigung der nach oben gerichteten Bewegung bei. Dagegen wirkt die Schwerkraft in gleicher Weise verzögernd auf große und kleine Tröpfchen. Macht man den Steigraum also so hoch, daß auch die kleinsten Tröpfchen noch in ihm ihre nach oben gerichtete Bewegung verlieren, was bei einer Höhe derselben von 3—5 m über der Saftoberfläche erfahrungsgemäß der Fall ist, so hat man Saftverluste weder im Dicksaftkörper noch in den vorhergehenden Körpern zu befürchten.

Es ist allerdings die Behauptung aufgestellt worden, daß aus den Säften keine Tropfen, sondern Bläschen mitgerissen werden, bei welchen innerhalb einer dünnen Haut sich ein dampferfüllter Raum

befindet. Solche Bläschen würden natürlich ihrer geringen spezifischen Schwere und ihres verhältnismäßig großen Querschnittes wegen mit den Dämpfen leicht mitgerissen werden. Für diese Bläschenhypothese fehlt aber jeder stichhaltige Beweis und auch die Wahrscheinlichkeit spricht kaum für sie. Tatsache ist übrigens, daß aus Dicksaftapparaten mit genügend hohem Steigraum keine oder nur ganz unwesentliche Mengen Saft mitgerissen werden, was durch die Untersuchung des Fallwassers auf Zucker leicht nachzuweisen ist. Eine gute und leicht auszuführende Kontrolle, ob Saft in die Brüdenleitungen übergerissen wird, bietet auch die Verbindung eines wagerecht liegenden Teiles der Brüdenleitung mit einem Sammelgefäß. Ein kleiner Teil der etwa mitgerissenen Safttröpfchen schlägt sich mit den Wasserteilchen, welche sich durch die Abkühlung auf den Wandungen verdichten, nieder, die Flüssigkeit sammelt sich auf dem Boden des Brüdenrohres an und fließt durch das daran angebrachte Verbindungsrohr nach dem Sammelgefäß. Natürlich ist dieser Nachweis nur geeignet festzustellen, daß Saftverluste überhaupt stattfinden. Enthält aber das so aufgefangene Wasser keinen Zucker oder nur Spuren davon, so kann man mit Sicherheit annehmen, daß die Saftverluste nur sehr gering sind.

Der Vielkörperapparat. Aus den einzelnen Körpern, die den erwähnten Bedingungen zur Erzielung einer betriebsicheren, schnellen und guten Verdampfung möglichst entsprechend gebaut sind, wird die eigentliche Verdampfungs-Anlage, der Vielkörperapparat, zusammengestellt, dessen Aufgabe die mehrfache Ausnutzung des Maschinenabdampfes oder Kesseldampfes zu Verdampfungs-, Anwärme- und Verkochungszwecken ist.

Je mehr Körper zu einem System nach einander vereinigt werden, desto vielfacher ist die Ausnützung des Dampfes für die eigentliche Verdampfung. Zuweilen werden aber, besonders bei der Umstellung vorhandener Verdampfungsanlagen, zwei oder mehrere Verdampfkörper mit Dampf von gleicher Spannung beheizt, sodaß sie alle zusammen nur ein Glied des Vielkörperapparates bilden. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, nicht wie gewöhnlich den Heizdampf und den Saft in jeden einzelnen Körper dieses Gliedes direkt von dem vorhergehenden Glied des Systems einzuführen, sondern die Körper so mit einander zu verbinden, daß der Saft zunächst in einen derselben eintritt und durch weite, den unteren Teil der Apparate verbindende Übersteigrohre in die anderen gelangt, während der Dampf die Heizräume der Körper nacheinander auf dem umgekehrten Wege durch-

strömt. Durch diese Anordnung wird eine größere Leistung der Körper und eine leichtere Kontrolle derselben erzielt, da mit der Regelung des Saftstandes in dem ersten der Körper gleichzeitig auch der Saftstand in den anderen richtig gestellt ist.

Für die vielfache Ausnützung des Dampfes gibt es gewisse Grenzen. Das gesamte Temperaturgefälle, d. i. der Unterschied zwischen der Temperatur des Heizdampfes im ersten Körper, also des Maschinenabdampfes, und der Temperatur des kochenden Saftes im letzten Körper ist höchstens 50 °, weil der Abdampf nicht höher als ungefähr $^3/_4$ Atmosphären gespannt werden darf, wenn die Maschinen nicht unökonomisch arbeiten oder überhaupt die Arbeit leisten sollen, und weil die Luftleere im letzten Körper meistens nicht höher als 60 cm gehalten werden kann. Dieses gesamte Gefälle kann nun aber nicht in beliebig viele Einzelgefälle zerteilt werden; es gibt vielmehr für jedes Glied des Vielkörperapparates eine untere Grenze des Gefälles, unter welcher ein flottes Verdampfen nicht zu erzielen ist, selbst wenn die Heizfläche vergrößert wird. Auf Grund praktischer Erfahrungen soll daher das Temperaturgefälle in den ersten Körpern, deren Inhalt bei 100 ° und darüber siedet, nicht unter 4—5 °, in den mittleren nicht unter 7—10 ° und im Dicksaftkörper nicht unter 15 ° sein. Daraus ergibt sich, daß eine Zerlegung des ganzen Temperaturgefälles in mehr als sechs Einzelgefälle praktisch nicht durchführbar ist, daß also der Sechskörperapparat in Zuckerfabriken die höchste Grenze der Vielkörperapparate bildet. Aber sogar die sechsfache Ausnützung des Maschinenabdampfes stößt schon auf große Schwierigkeiten, ja selbst der Fünfkörper hat sich in den Fabriken nicht einbürgern können, sodaß sie sich meistens mit dem Vierkörper, viele sogar auch mit dem Dreikörper, mit oder ohne Saftkocher, begnügen.

Wenn man von den Dampfmengen, welche dem Verdampfapparat zu Koch- und Anwärmezwecken entnommen werden, absieht, so wird in jedem Körper eines Verdampfsystemes der ganze Dampf, der im vorhergehenden erzeugt ist, kondensiert und die dabei frei werdende Menge ohne Verlust durch die Heizwand auf den kochenden Saft übertragen und zur Dampferzeugung verwendet.

1 kg Dampf gibt nun bei der Kondensation verschiedene Wärmemengen ab, je nach der Temperatur des kondensierten Wassers. Wenn man von der Abkühlung absieht, welche das kondensierte Wasser beim Herabfließen an den Heizröhren erleidet und die nach

der Konstruktion der Heizflächen verschieden, aber niemals sehr groß sein kann, so hat dieses Wasser die Temperatur, bei welcher Wasser unter dem im Heizraum herrschenden Druck sieden würde. Je höher also die Spannung des Heizdampfes ist, desto geringer ist die bei der Kondensation frei werdende Wärmemenge, weil ein um so größerer Teil der Wärme in dem heißen Kondensationswasser verbleibt. Mit 1 kg Maschinenabdampf verdampft man daher im einzelnen Apparat auch nicht 1 kg Wasser, sondern stets etwas weniger, und ebenso verdampft man im Vielkörperapparat nicht 2, 3, 4 oder mehr kg aus dem Saft, sondern ebenfalls weniger, entsprechend der Temperatur, um welche das kondensierte Wasser wärmer ist als der siedende Saft. Da aber diese Wärmemengen nicht groß sind, so kann man sie für viele praktische Zwecke vernachlässigen.

Wenn nun also auch annähernd gleiche Mengen Wasser in jedem Apparatkörper aus dem Saft verdampft werden sollen, so dürfen **ihre Heizflächen doch nicht gleich groß** sein, weil die Größe der Wärmeübertragung in den verschiedenen Körpern sehr verschieden ist. Wie oben bereits gezeigt ist, sind im Dicksaftkörper viele Bedingungen für die Wärmeübertragung ungünstiger als für die ersten Körper. Im Dicksaftkörper ist der Saft zähflüssiger, die Temperatur des Heizdampfes und die Siedetemperatur niedriger und der Steinabsatz meistens stärker, als in dem Dünnsaftkörper. Um nun eine möglichst große Leistung des ganzen Verdampfsystems zu erreichen, muß erwogen werden, wie gegenüber diesen nicht abzuändernden, nachteiligen Umständen im Dicksaftkörper, welche in der Natur der Sache begründet sind, andere günstigere Verhältnisse geschaffen werden, ohne daß darunter die Leistung der ersten Körper leidet. Die **Mittel, welche zur Erhöhung der Wärmeübertragung im Dicksaftkörper** zu Gebote stehen, sind die Vergrößerung des Wärmegefälles und die Einhaltung einer nicht zu niedrigen Siedetemperatur, also einer nicht zu großen Luftleere. Steigert man nämlich die Luftleere über 60 cm, so nimmt zwar das Wärmegefälle mit jedem cm Luftleere mehr in stark steigendem Maaße zu, aber es scheint, daß der Wärmeübertragungs-Koeffizient mit der sinkenden Siedetemperatur viel mehr abnimmt, als das erhöhte Wärmegefälle wieder gut machen könnte. Daher erscheint es zwecklos, die Luftleere viel über 60 cm zu halten, und da eine solche hohe Luftleere auch nur schwierig zu erreichen ist, wenn man nicht große Mengen kalten Wassers und stets tadellos arbeitende Luftpumpen zur Verfügung hat, so treffen

alle Umstände zusammen, um die Arbeit mit einer Luftleere von ungefähr 60 cm als die für die Praxis geeignetste anzusehen.

Das weitere Mittel zur Erhöhung der Leistung des Dicksaftkörpers und damit des ganzen Vielkörpers besteht in der Erhöhung des Wärmegefälles. Da die Siedetemperatur, wie eben gezeigt ist, mit Vorteil nicht weiter als der Luftleere von ca. 60 cm entsprechend erniedrigt werden kann, so muß also die Heizdampftemperatur erhöht werden. Daraus folgt, daß das Gefälle für die anderen Körper kleiner werden muß, weil ja das Gesamtgefälle für jede Anlage ein für alle Mal gegeben ist. Die Verteilung des Gesamtgefälles muß also so vorgenommen werden, daß man für die ersten Körper die geringste, zulässige Temperaturdifferenz zwischen Heizdampf und kochendem Saft annimmt und den verbleibenden Rest des Temperaturgefälles ganz dem Dicksaftkörper zukommen läßt. Eine weitere Folge ist die, daß die Dünnsaftkörper um so größere Heizflächen haben müssen, je kleiner das Temperaturgefälle in ihnen ist, damit sie die erforderliche Menge Wasser aus dem Safte verdampfen, während der Dicksaftkörper eine verhältnismäßig kleine Heizfläche erhält.

Außerdem müssen die ersten Körper aber auch noch größer als die letzten Körper gemacht werden, weil sie den **Dampf zum Anwärmen der Säfte und zum Verkochen des Dicksaftes** und der Sirupe liefern müssen. Von welchen Körpern, ob von dem ersten oder zweiten, man diese Heizdämpfe entnimmt, hängt hauptsächlich von der Größe und Wärmeübertragungsfähigkeit der Heizflächen in den Kochapparaten und Vorwärmern ab und von den Temperaturen, bei welchen verkocht oder auf welche angewärmt werden soll.

Wenn die Siedetemperatur in den ersten Körpern für die Verkochung und Anwärmung zu niedrig ist, weil die letzten Körper zu groß sind und den Dampfdruck in allen Körpern verringern, so kann man durch Einschaltung von Drosselklappen in die Brüdenleitungen den Druck im ersten oder den beiden ersten Körpern so weit steigern, als es wegen der Abdampfspannung zulässig ist. Jedoch erfordert diese Einrichtung aufmerksame Bedienung, sodaß sie nur bei zuverlässigen Arbeitern empfohlen werden kann, und auch dann sollten die Drosselklappen so eingerichtet werden, daß sie nicht ganz geschlossen werden können.

Den kalten Rohsaft kann man allerdings noch mit den Brüdendämpfen der letzten Körper vorwärmen, da diese Dämpfe eine Temperatur von 60—70° haben, während der Saft nur 25—35° hat. Diese Anwärmung ist mit Recht sehr beliebt, weil sie völlig kostenlos mit Dämpfen geschieht, deren Wärme sonst für den Betrieb verloren geht. Auf den Betrieb und die Größe des Verdampfapparates hat ein solcher Vorwärmer aber keinen Einfluß, weil er eben nur ein in die Brüdenleitung eingeschalteter, trockener Kondensator ist.

Alle anderen Säfte erfordern zu ihrer Anwärmung Dämpfe von 90—100° und darüber. Diese müssen daher aus den zwei ersten Körpern eines Vielkörperapparates oder dem ersten Körper eines Dreikörpers entnommen werden oder, wenn Saftkocher vorhanden sind, aus diesen und dem ersten Körper.

Die sogenannten **Saftkocher** oder **Vorkocher** sind außerhalb des Vielkörpersystems stehende Verdampfkörper, die mit Kesseldampf von höherer oder niedrigerer Spannung geheizt werden. Die Aufstellung von Saftkochern ist überall da angebracht, wo man mit dem Maschinenabdampf für die Verdampfung nicht auskommt und daher Dampf direkt von den Kesseln brauchen muß, und wo man ferner möglichst hoch gespannte Dämpfe für das Verkochen und Anwärmen haben will, wie sie in dem Vielkörperapparat nicht erhalten werden können. In den Saftkochern kann man den Druck der Kochdämpfe auf $^3/_4$, zeitweise sogar bis auf 1 Atmosphäre Überdruck, also die Siedetemperatur auf 115—120° steigern, ohne befürchten zu müssen, daß Zucker zerstört wird oder die Säfte dunkler werden, vorausgesetzt, daß die Säfte genügend alkalisch sind. Bei so hoch gespannten Dämpfen können die Heizflächen der Koch- und Anwärmeapparate verhältnismäßig klein und die Dampfleitungen von geringem Durchmesser genommen werden, und daher schreibt sich die Beliebtheit dieser Saftkocher her, die ihre Daseinsberechtigung trotz vieler dagegen erhobenen Bedenken praktisch erwiesen haben. Meistens stellt man nur einen Saftkocher auf, in manchen Fabriken finden sich aber auch 2 oder sogar 3, von denen der erste mit dem Kesseldampf beheizt wird, während die anderen die Brüdendämpfe der vorhergehenden als Heizdampf erhalten. Diese Einrichtung ist besonders zu empfehlen, wenn infolge der Zentralisation der Maschinen wenig Abdampf vorhanden ist. Der Kesseldampf kann dann mehrfach ausgenützt werden, ehe die durch ihn erzeugten Dämpfe allein oder mit dem Abdampf zusammen zum Anwärmen und Verkochen benutzt werden.

Mit dem Betriebe der Saftkocher sind zuweilen gewisse Mängel verknüpft, die teilweise mit ihrer Stellung außerhalb des eigentlichen Verdampfungsystems zusammenhängen, sich aber stets in geeigneter Weise beheben lassen. Zunächst ist es, wenn nur ein Saftkocher vorhanden ist, nicht vorteilhaft, die ganze Menge des Dünnsaftes in diesen einzuziehen oder einzupumpen, weil dadurch unnötiger Weise die ganze Saftmenge auf die hohe Siedetemperatur gebracht werden muß. Beim Überziehen des Saftes aus dem Saftkocher in den ersten Körper des Vielkörpers gibt der Saft dann die überschüssige Wärme in Dampfform ab, sodaß entsprechend weniger Maschinenabdampf kondensiert wird, während von dem direkten Kesseldampf im Saftkocher um so mehr gebraucht wird. Es empfiehlt sich daher, in den Saftkocher nur soviel Saft einzuziehen, daß seine Dichte nicht höher als 15—20° Brix wird, während die überschüssige Menge Dünnsaft direkt in den ersten Körper eingezogen wird, wo er mit dem Saft aus dem Saftkocher zusammentrifft. Sind mehrere Saftkocher vorhanden, so ist diese Arbeitsweise nicht angebracht. Dann muß, um eine schnelle Erneuerung des Saftes, die wegen der hohen Temperaturen unbedingt nötig ist, herbeizuführen, aller Dünnsaft in den ersten Saftkocher eingezogen werden und von diesem aus durch die anderen strömen. Um Kesseldampf zu sparen, muß der Dünnsaft in einem Vorwärmer, der vom ersten Saftkocher beheizt wird, vorgewärmt werden.

Bei dem Betriebe der Saftkocher, wie er gewöhnlich üblich ist, ist noch der Nachteil vorhanden, daß die Apparate sehr verschiedenartig beansprucht werden. Wird z. B. ein Vakuumapparat frisch angestellt, so muß kurze Zeit sehr viel Heizdampf für das erste Eindicken des Dicksaftes erzeugt werden, beim Abkochen dagegen wird nur sehr wenig Dampf verbraucht. Zuweilen kann es auch vorkommen, daß in dem ersten Körper wegen augenblicklicher Stockung in der Saftzufuhr nicht der ganze Maschinenabdampf verbraucht werden kann, während der Saftkocher gleichzeitig sehr viel Dampf verbraucht, sodaß also viel Dampf den Kesseln entnommen werden muß, während gleichzeitig der Abdampf zum Dache hinausbläst. Um diesen Übelständen abzuhelfen, muß man die Abdampfleitung mit der Saftdampfleitung des letzten Saftkochers durch ein Ventil verbinden und dieses während des Betriebes im allgemeinen offen halten. Es entsteht dann eine für den Abdampf und den Saftdampf gemeinsame Leitung, von der alle Abzweigungen zu den Anwärme- und Verkochapparaten abgehen. Im letzten Saftkocher

herrscht dann der Druck des Abdampfes, und die Regelung der Heizdampfzuführung ist einfach in der Weise auszuführen, daß dieser Druck stets auf der gewünschten Höhe gehalten wird. Auf diese Weise wird der Dampf am sichersten und besten ausgenützt und der Betrieb außerordentlich vereinfacht. Es kommt dann auch niemals vor, daß der Saft in den Saftkochern stark schäumt, weil die Dampf-Entwickelung und -Entnahme eine viel gleichmäßigere ist und plötzliche Steigerungen derselben, womit schnelles Sinken des Druckes und sofortiges starkes Schäumen verbunden ist, garnicht vorkommen können. Wenn man die Saftkocher auf diese Weise in den allgemeinen Dampfbetrieb eingeschaltet hat, so ist die vielfach empfohlene Anbringung von Reguliervorrichtungen für die Einströmung des Kesseldampfes, die durch den im Kochraum herrschenden Druck beeinflußt werden, zwar recht zweckmäßig, aber doch nicht unbedingt nötig, weil stärkere und plötzliche Druckschwankungen überhaupt nicht vorkommen und der beaufsichtigende Arbeiter nur allein das Manometer der Abdampfleitung zu beobachten hat.

Ob nun Saftkocher vorhanden sind oder nicht, die ganze Verdampfungsanlage muß so eingerichtet sein, daß sie unter allen Umständen die Säfte auf die nötige Dichte eindampft, selbst wenn Unregelmäßigkeiten im Betriebe auftreten. Solche Unregelmäßigkeiten, die selbstverständlich auch mit einer sehr verschiedenartigen Beanspruchung der Verdampfapparate verbunden sind, können in der Praxis nie vermieden werden; teilweise werden sie sogar durch die Eigenartigkeit der Fabrikation bedingt, wie z. B. durch den sehr verschieden großen Verbrauch an Brüdendampf während der verschiedenen Stadien des Verkochens der Dicksäfte zu Füllmasse. Ferner ist bekanntlich der Saftfluß in der Fabrik niemals ganz gleichmäßig; bald ist die Saftgewinnung in der Diffusion infolge unterbrochener Schnitzelzuführung oder ungleichmäßigen Drückens unregelmäßig, bald geht die Saturation verschieden schnell vor sich, bald laufen die Filterpressen mehr oder weniger gut, kurz, es treten häufig Saftanhäufungen auf, für welche die Saftreserven nicht ausreichen würden, wenn die Verdampfung nur genau für die mittlere Saftmenge berechnet wäre.

Die Körper eines Verdampfsystemes müssen daher so gewählt werden, daß sie nicht nur bei der beabsichtigten Dampfentnahme aus den ersten Körpern für die Zwecke der Anwärmung und des

Verkochens ausreichen, sondern daß sie auch den erzeugten Saft verdampfen, wenn diese Dampfentnahmen teilweise aufhören. Außerdem muß den für die durchschnittlich erzeugte Saftmenge berechneten Heizflächen ein Zuschlag gegeben werden: 1. für den zeitweise forcierten Betrieb, wofür ein Zuschlag von etwa 10 v. H. für alle Körper im allgemeinen angemessen sein dürfte, und 2. für die Verringerung der Wärmeübertragung der Heizflächen durch den Steinabsatz. Da aber ein solcher Steinabsatz sich in merklichen Mengen meistens nur in den letzten Körpern vorfindet, so ist ein Zuschlag zur Heizflächengröße nur für diese zu geben.

Während ein vermehrter Saftzufluß vergrößerte Heizflächen in allen Körpern des Verdampfsystems verlangt, beeinflußt eine vermehrte Entnahme von Brüdendämpfen für Koch- und Anwärmzwecke nur die Größe und den Betrieb desjenigen Körpers, aus welchem die Entnahme stattfindet, und selbstverständlich auch der im Verdampfsystem vorhergehenden Körper, falls es solche gibt. Im allgemeinen trifft diese unregelmäßige Dampfentnahme aber nur den ersten Körper und den Saftkocher. Bei diesen ist es jedoch nicht nötig, ihre Heizfläche für den größten Dampfverbrauch, der überhaupt möglich ist, zu berechnen, sondern es genügt hier, wenn man bei der für die durchschnittliche Dampfentnahme berechneten Heizfläche die Möglichkeit der Erhöhung der Heizdampftemperatur vorsieht. Da die Leistungsfähigkeit eines Verdampfkörpers innerhalb der in Betracht kommenden Grenzen annähernd proportional mit dem Temperaturgefälle wächst und das normale Gefälle hier selten 6—8^0 überschreitet, so genügt bereits eine Erhöhung der Heizdampftemperatur um 2—3^0 (entsprechend einer Spannungszunahme des Maschinenabdampfes von 0,2 Atmosphären), um die Leistungsfähigkeit des Körpers sofort um $^1/_4$—$^1/_3$ zu erhöhen. Diese Erhöhung ist völlig ausreichend, um die größten Unregelmäßigkeiten in dem Dampfverbrauche der Koch- und Anwärmestationen zu decken.

Ein Vielkörperapparat ist überhaupt kein starres System, welches stets nach einer Schablone arbeitet. Er paßt sich vielmehr jeder Änderung in den Verdampfungsverhältnissen leicht und schnell an und leistet unter den jedesmal obwaltenden Umständen stets ein Maximum. Die größte Veränderlichkeit zeigen die Temperaturgefälle der einzelnen Körper und diese Veränderlichkeit und die damit zusammenhängenden Veränderungen der Größe der Transmissions-

Koeffizienten bedingen eben die Größe der Leistung des Verdampfsystemes. Alle Berechnungen der Heizflächen können sich jedoch nur auf einen bestimmten Zustand der Verdampfung beziehen, sie verlieren aber nicht an Giltigkeit, wenn später in der Praxis andere Verhältnisse auftreten. Die große Anpassungsfähigkeit des Vielkörpers gleicht dann aus, was durch theoretische Betrachtungen nicht ermittelt werden kann, weil man nie im voraus alle Verhältnisse übersehen kann.

Beachtung verdient hier ein Vorschlag, die Verdampfapparate in langgestreckter Form so herzustellen, daß sie aus einzelnen, ganz gleichen Elementen bestehen, von denen eine beliebige Anzahl zu einem Körper vereinigt werden kann. Jedes Element von kofferförmigem Querschnitt hat seine besondere Heizrohrkammer mit stehenden Rohren. Der Heizraum wird durch einen Stutzen mit der gemeinschaftlichen Dampfzuführungsleitung verbunden und die Brüden gelangen durch einen oder mehrere Stutzen aus dem gemeinschaftlichen Kochraum in die Brüdenleitung. Der Saftumlauf in solchen Verdampfapparaten muß ein sehr guter sein, da die einzelnen Heizrohrsysteme durch einen genügend weiten Zwischenraum getrennt sind. Auf diese Weise eingerichtete Apparate können leicht und ohne große Kosten und ohne bauliche Änderungen vergrößert werden, wenn es sich als notwendig herausstellt. Ebenso lassen sich leicht durch Auswechselung von Elementen andere Heizflächenverhältnisse in dem Vielkörper herstellen, wenn dies vorteilhaft erscheint.

Die Grundlage für die **Berechnung der Heizflächengrößen** bilden die **Wärmeübertragungs-Koeffizienten.** Für die üblichen stehenden oder liegenden kofferförmigen Apparate kann man folgende Zahlen als durchschnittliche und praktisch brauchbare einsetzen:

Bei einem Vierkörperapparat sind die Koeffizienten:
in I (und im Saftkocher) 40—50, in II 30—40, in III 20—30, in IV 10—15.

Bei einem Dreikörper:
in I 40—50, in II 30—35, in III 12—15.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieser Zahlen ist, daß die Apparate richtig behandelt werden und richtig zusammengestellt sind. Ermittelt man dann ferner noch die Menge des zu verdampfenden Dünnsaftes und die zu Koch- und Anwärmezwecken dem Verdampfapparate zu entnehmenden Dampfmengen, so sind alle Unterlagen für

die Berechnung der Heizflächengrößen gegeben (siehe Anhang II). Sehr zweckmäßig ist es, wenn man für die Berechnung die Temperatur des Abdampfes nicht zu hoch einsetzt und das Temperaturgefälle in den ersten Körpern recht klein annimmt. Die Heizflächen dieser Körper werden dann allerdings recht groß werden, aber für die Gesamtleistung des Vielkörpers und für seine Anpassungsfähigkeit an alle Verhältnisse sind diese großen Heizflächen von sehr großem Wert.

Die **Güte einer Verdampfungsanlage,** deren Leistung in der angegebenen Weise berechnet ist, hängt von dem Verbrauch an Dampf für alle Heizzwecke der Fabrik ab. Die Erfahrung und Berechnung hat nun gezeigt, daß die Dampfökonomie um so besser ist, je vollkommener die Entnahme von Dämpfen aus dem Verdampfapparat zu Verkochung- und Anwärmezwecken ist, sodaß also hierzu überhaupt kein Kesseldampf benutzt wird. Auf diese Weise erzielt man mit einem Vierkörperapparat bei gut durchgearbeiteter Verwendung der Brüdendämpfe zum Verkochen und Anwärmen erheblich bessere Erfolge als mit einem Fünf- oder Sechs-Körper, bei welchem diese Verwendung der Brüdendämpfe nachlässig ausgeführt ist. Selbst ein Dreikörper kann dann noch vorteilhafter sein, wenn die Brennstoffe nicht zu teuer sind.

In Fabriken mit richtig durchdachter Verdampfungsanlage spielt der **Einfluß des Saftabzuges** nicht die große Rolle, wie früher bei den einfacheren Zusammenstellungen. Bei einer verhältnismäßig einfachen Verdampfungsanlage, wie sie im Anhang II durchgerechnet ist, ist der gesamte Dampfverbrauch der Fabrik, auf 100 kg Rüben berechnet, bei einem Saftabzug von 115 kg in der Diffusion 61,7 kg, bei einem Saftabzug von 105 kg dagegen 58,7 kg, also nur 3 kg Dampf weniger.

Ein gesamter **Dampfverbrauch** einschließlich der sämtlichen Abkühlungsverluste von 60 kg kann für die meisten Fabriken, die keine modernen Dampfmaschinen haben, als normal angesehen werden. Mehr als 70 kg Dampf sollte keine Fabrik verbrauchen. Voraussetzung dafür ist natürlich, daß alle Anwärm- und Verkochstationen mit Brüdendampf beheizt werden, sodaß Kesseldampf nur in den Saftkocher oder ersten Körper eingeführt wird.

Wie aus der tabellarischen Zusammenstellung im Anhang III zu ersehen ist, kann der Dampfverbrauch durch Vermehrung der Verdampfkörper, besonders der Saftkocher, und durch Verbesserung der Dampf-

entnahme für das Anwärmen und Verkochen weiter herabgesetzt werden. Je geringer der Dampfverbrauch für die Verdampfstation wird, desto mehr tritt der sonstige Dampfverbrauch für die Abkühlung und die Dampfverluste in den Vordergrund; diesen ist dann auch die nötige Aufmerksamkeit zu widmen. Durch Aufstellung einer genauen Berechnung ist in jedem Falle zu untersuchen, ob die vermehrten Anlage- und Reparaturkosten sich durch Ersparnis an Kohlen genügend bezahlt machen.

Ein theoretisch interessantes, praktisch aber bisher nicht dauernd eingeführtes System der **Dampfwiederbenutzung,** durch welches der Dampfverbrauch auch herabgedrückt werden könnte, beruht darauf, daß der Dampf, der im ersten oder zweiten Körper entwickelt wird, durch Pumpen wieder auf die Spannung des Heizdampfes gebracht wird und somit als Heizdampf verwertet werden kann. Selbstverständlich kann dieses Verfahren nur dort ausgeübt werden, wo die Kompressionspumpen durch Wasserkraft betrieben werden. Außerdem tritt dabei der Übelstand auf, daß der komprimierte Dampf stark überhitzt wird. **Stark überhitzter Dampf** ist aber für die Heizung der Verdampfapparate ganz unbrauchbar, da er sich, solange er nicht bis auf die Sättigungstemperatur abgekühlt ist, wie ein Gas verhält, welches seine Wärme nur sehr langsam an die Heizwand abgibt. Auch durch eingespritztes Wasser läßt sich die Überhitzung nicht immer schnell genug aufheben. Da die Kompressionspumpe stark mit Öl geschmiert werden muß, so erhält der komprimierte Dampf ferner viel Öl, welches sich an den Heizrohren festsetzt und die Wärmeübertragung vermindert. Dieser Übelstand fällt weg, wenn anstatt der Pumpen Hochdruckventilatoren arbeiten.

Die Vorteile dieses Systems sollen sich übrigens ohne die erwähnten Nachteile durch Anwendung von **Dampfstrahlapparaten** erreichen lassen. Durch diese Apparate kann man Brüdendämpfe von niedrigerer Spannung mittels hochgespannten Kesseldampfes auf eine ungefähr $^1/_2$ Atmosphäre höhere Spannung bringen, ohne daß Wärme verloren geht und ohne daß eine merkliche Überhitzung in dem Dampfgemisch nachzuweisen ist. Die Menge Brüdendampf, welche in dieser Weise auf höhere Spannung gebracht werden kann, hängt von der Spannung des Kesseldampfes und der geforderten Druckerhöhung ab; zur Verdichtung von 1 kg Brüdendampf um etwa $^1/_2$ Atmosphäre sollen etwa 2 kg Kesseldampf von ungefähr 6 Atmosphären Überdruck nötig sein. Insoweit für eine Verdampfungstation

Kesseldampf gebraucht werden muß und in hochgespannter Form zur Verfügung steht, bietet sich durch die Dampfstrahlapparate eine wenig kostspielige Einrichtung zur weiteren Dampfersparnis dar. Wichtig ist für die Wirkung dieser Apparate, daß sie stets mit vollem Kesseldampfdruck arbeiten. Da aber die Menge des notwendigen Kesseldampfes sehr wechselnd ist, so ist es unbedingt notwendig, daß nicht ein großer, die volle Leistung zeigender Dampfstrahlapparat aufgestellt wird, sondern mehrere kleinere, welche zusammen diese Leistung haben und von denen immer nur soviel in Betrieb sind, wie der notwendigen Zuführung von Kesseldampf entspricht. Die Dampfersparnisse, welche durch Strahlapparate am ersten Körper bewirkt werden, welche Brüdendämpfe aus dem zweiten Körper ansaugen, sollen, wie rechnerisch ermittelt ist, annähernd ebenso groß sein, wie die bei Aufstellung eines Saftkochers erhaltenen.

Bei Beginn des Betriebes, wenn die Verdampfapparate noch nicht in Tätigkeit sind, während der Sonntagspause oder bei sonstigen, durch Betriebstörungen veranlaßten Pausen hat man direkten Dampf zum Anwärmen oder Verkochen nötig. Die an den Apparaten, Vorwärmern oder Kochapparaten für diesen Zweck angebrachten Dampfventile sollten stets streng überwacht werden, sodaß ein mißbräuchliches Öffnen derselben nicht stattfinden kann; sie sind daher unter Verschluß zu legen oder die Handräder sind abzunehmen. Zweckmäßiger ist es, an Stelle der vielen einzelnen Ventile an jedem Apparat nur ein großes Ventil an der Abdampf- oder Brüdendampfleitung, welche zu den Vorwärmern und Vacuumapparaten führt, anzubringen und durch dieses den notwendigen Kesseldampf einströmen zu lassen. Ein einzelnes Ventil kann viel besser überwacht werden als viele.

Es ist bereits mehrfach erwähnt worden, daß größere **Zuckerverluste durch Zerstörung des Zuckers** in den Verdampfapparaten nicht entstehen, wenn die höchste Siedetemperatur 115—120^0 nicht übersteigt und die Säfte genügend alkalisch sind und bleiben. Immerhin kann nicht bestritten werden, daß geringe Zuckermengen, die aber wenige hundertstel Prozente bei normalen Betriebsverhältnissen nicht überschreiten, doch zerstört werden. Diese Zuckerverluste wachsen nun aber nicht nur mit der Temperatur, sondern auch mit der Dauer, während welcher die Säfte den Temperaturen ausgesetzt wird. Auf 100 Teile Zucker im Saft werden z. B. in einer Stunde bei 100^0 0,114 Teile Zucker zerstört, bei 110^0 0,163 und

bei 115° 0,175 Teile. Wird daher der Saft in einem Verdampfapparat durchschnittlich nur $^1/_2$ Stunde bei 115° verdampft, in einem anderen aber, der mit niedrigeren Temperaturen, also langsamer verdampft, 1 Stunde bei 100°, so wird in letzterem mehr Zucker zerstört, als in ersterem.

Ein solcher verlängerter Aufenthalt des Saftes in den Verdampfapparaten entsteht dann, wenn der Saftinhalt derselben zu groß ist und wenn mit sehr geringem Temperaturgefälle verdampft wird. Der Saftinhalt ist größer als notwendig, wenn mit hohem Saftstande gekocht wird oder wenn unter dem Rohrsystem bei den stehenden Apparaten oder zwischen den Rohren bei den liegenden ein zu großer Raum vorhanden ist. Es soll daher mit niedrigem Saftstande gekocht werden und die Apparate sollen so konstruiert werden, daß der schädliche Raum nur so groß gemacht wird, wie die Rücksicht auf einen guten Saftumlauf es verlangt. Auch die Unsitte, die Verdampfapparate hoch voll Saft zu ziehen, wenn zeitweilig einmal viel Dünnsaft vorhanden ist oder der Dicksaft nicht flott abgenommen wird, muß vermieden werden, abgesehen davon, daß gerade dadurch die Leistung des Apparates, wenn sie am größten sein soll, verringert wird. Ein zu langer Aufenthalt des Saftes in dem Verdampfapparat entsteht ferner, abgesehen von Betriebstörungen, wenn die Heizfläche für die Dünnsaftmenge zu groß ist.

Über 120° sollte die Siedetemperatur in keinem Apparat steigen, jedenfalls nicht längere Zeit, weil dann die Zuckerzerstörung mit jedem Grade sehr stark wächst. Auf 100 Teile Zucker werden in einer Stunde bei 120° 0,28, bei 125° 0,53 und bei 130° 2,05 Teile zerstört.

Wo aus irgend welchen Gründen neutrale oder schwach sauere Dünnsäfte verdampft werden müssen (eine Arbeitsweise, die auch in anderer Hinsicht als verfehlt betrachtet werden muß), darf die Siedetemperatur 100° niemals übersteigen und auch diese ist schon bedenklich. Unter solchen Umständen ist eine ökonomische Dampfverwertung nicht durchzuführen. Merkliche Zuckerverluste und damit verbunden ein starker Rückgang der Alkalität können in seltenen Fällen im Dicksaftkörper auftreten, wenn der in unrichtig gebauten Saftfängern aufgefangene und dort durch Bakterien infizierte Saft (siehe oben) in den Dicksaft gelangt und diesen ebenfalls infiziert. Sind dann noch die Apparatkörper so gebaut, daß der Saft sich in

dem Raume unter dem Rohrkörper abkühlen kann, so können dort die Bakterien, besonders Leukonostoc, eine starke Tätigkeit entwickeln. Bei richtigen Einrichtungen zum Auffangen der übergerissenen Safttröpfchen sind solche Verluste aber ausgeschlossen; wenn Saftfänger vorhanden sind, so empfiehlt es sich aber, den darin aufgefangenen Saft nicht dem Dicksaft zuzuführen, sondern getrennt aufzufangen und in die Scheidung zurückzuführen.

Die **Überwachung des Betriebes der Verdampfapparate** hat sich darauf zu erstrecken: 1) daß die Dampfzuführung nach der vorhandenen Dünnsaftmenge geregelt wird, 2) daß der Druck in dem ersten Körper und in dem Saftkocher nicht die vorgeschriebene äußerste Grenze überschreitet, 3) daß die Luftleere im Dicksaftkörper möglichst auf gleich bleibender Höhe, wie vorgeschrieben ist, gehalten wird, 4) daß der Saftstand in allen Körpern möglichst niedrig bleibt, und 5) daß der Dicksaft aus dem letzten Körper gleichmäßig und mit gleichbleibender Dichte abgezogen wird. Werden diese Punkte genau nach Vorschrift eingehalten, so regeln sich alle anderen Verhältnisse von selbst.

Da der Maschinen-Abdampf meistens für die Verdampfung nicht ausreicht, so hat man nur selten nötig, das Zugangsventil für ihn zu drosseln. Bei Saftmangel muß das Ventil aber geschlossen werden und der Dampf durch ein Sicherheitsventil, welches in genügender Weite zu nehmen ist, nach außen abblasen. In solchen Fällen Wasser statt der Säfte einzuziehen und zu verdampfen, um das Abblasen des Dampfes zu vermeiden, ist nicht anzuraten, da die Säfte dadurch stets verschlechtert werden.

Der Druck im Heizraum des ersten Körpers darf nicht höher werden, als mit Rücksicht auf die Maschinen zulässig ist, die bei zu großem Gegendruck ihren Gang verlangsamen und nicht ökonomisch arbeiten. Die Zuführung von Kesseldampf oder von Brüdendampf aus dem Saftkocher zum Abdampf muß hiernach und nach dem Druck im Kochraum des ersten Körpers geregelt werden.

Im Dicksaftkörper ist die Luftleere auf gleichmäßiger Höhe zu halten, da ihre Erniedrigung den Druck in den ersten Körpern steigert. Ganz besonders ist aber auf eine **gleichmäßige Eindickung des Dicksaftes** zu achten; denn jede Erhöhung der Dichte, besonders von 60° Brix ab, ruft eine stark steigende Erhöhung des Siedepunktes und der Zähflüssigkeit des Saftes hervor, die sich

sofort in der Drucksteigerung in allen vorhergehenden Apparaten bemerklich macht. Durch die Erhöhung des Siedepunktes wird das wirksame Temperaturgefälle verringert, durch die Erhöhung der Zähflüssigkeit wird der Wärmeübertragungs-Koeffizient erniedrigt, welcher bei Dicksaft von 50—60° Brix bereits auf ungefähr $^2/_8$, bei Dicksaft von 70° aber schon auf ungefähr $^1/_8$ der Koeffizienten für Wasser sinkt. Die Angabe, daß auch die geringere spezifische Wärme des Dicksaftes auf diesen Koeffizienten Einfluß hat, ist irrtümlich. Eine gleichmäßige Dichte ist auch für die nachfolgende Verarbeitung des Dicksaftes sehr vorteilhaft. Daher ist sie durch Spindeln sehr häufig zu bestimmen oder noch besser durch selbsttätig die Dichte anzeigende Apparate zu überwachen. Einfach und zweckmäßig ist die Spindelung des Saftes aus dem Druckrohr der Dicksaftpumpe in geeigneten Spindelzylindern mit Überlauf, in welche der Dicksaft ununterbrochen hineinläuft.

Zum Abziehen des Dicksaftes benutzt man Saftheber nur noch selten. Pumpen sind ihnen in jeder Beziehung vorzuziehen, schon deshalb, weil man mit diesen den Saft ununterbrochen abziehen kann, wodurch das Einhalten der gleichmäßigen Dichte des Saftes erleichtert wird. Die Pumpen überwinden die Luftleere des Apparates dann am besten, wenn sie möglichst tief stehen, sodaß die Saftsäule einen Teil der Wirkung der Luftleere aufhebt.

Ununterbrochen und nicht stoßweise soll auch der **Saftüberzug** von einem Apparatkörper zum nächsten geschehen. Der beaufsichtigende Arbeiter lernt bald die Überzugventile so einstellen, daß ihre Stellung nur selten geändert werden braucht, wenn der Saft überhaupt gleichmäßig in die Verdampfapparate kommt. Die Überzugrohre sollen niemals oben über dem Heizkörper in den Apparat münden, sondern stets in den unteren Teil und durch ein mit Löchern versehenes Rohr, welches unter den Heizrohren liegt. Da der Saft beim Überziehen von einem Körper mit höherem Druck in einen mit niedrigem Druck gelangt, so ist er für diesen letzteren überhitzt und entwickelt beim Eintritt plötzlich eine größere Menge Dampf, welcher bei oberer Einmündung des Saftes diesen fein zerstäubt und daher zu Saftverlusten durch Überreißen Anlaß geben kann. Wird der Saft unter die Heizrohre eingeführt, so wirken die entstehenden Dampfblasen sehr nützlich, weil sie die Saftströmung verbessern.

Um den Saftstand genau regeln zu können, muß das Saftstandglas richtig angebracht sein, nämlich so, daß der untere Teil

unter den Heizrohren einmündet und der obere Teil über ihnen. Saftstände, die ganz über den Heizrohren sitzen, haben keinen Zweck. Große Augen- und Leuchtgläser, durch welche man bequem das Innere der Verdampfapparate besehen kann, müssen ebenfalls an jedem Apparate vorhanden sein.

Wenn alle diese Vorschriften befolgt werden, so findet sich für jeden Verdampfapparat bald ein Zustand, der als der normale bezeichnet werden kann, d. h. die Druck- oder Luftleereverhältnisse bleiben in jedem Körper dauernd dieselben, wenn der Abdampfdruck und die Luftleere des Kondensators gleich bleiben, und ändern sich in ganz bestimmter Weise, wenn Dampfdruck oder Luftleere sich ändern.

Abweichungen von diesen erfahrungsmäßigen Zahlen deuten auf **Störungen im Betriebe** des Verdampfapparates hin, und damit hängt stets eine verringerte Leistung zusammen. Treten diese Abweichungen allmählich gegen Ende der Woche in der Weise auf, daß bei gleichbleibender Luftleere im Dicksaftkörper der Druck in den vorhergehenden Körpern steigt, so ist das ein Zeichen der Zunahme des Steinabsatzes auf den Heizrohren. Für die Dauer des Auskochens und die Stärke der Auskochflüssigkeiten hat man dadurch schon einen Anhalt.

Störungen in den Druckverhältnissen treten ferner auf, wenn das kondensierte Wasser aus den Heizräumen nicht vollständig abläuft, sondern teilweise darin bleibt und die wirksame Heizfläche verkleinert. Um diese Störung sofort zu erkennen, sollten an den Heizräumen stets Wasserstandanzeiger vorhanden sein.

Die **Abführung des kondensierten Wassers** aus den Heizräumen, in denen der Dampf mehr als Atmosphärendruck hat, geschieht durch Schwimmertöpfe; diese müssen häufig daraufhin untersucht werden, daß sie das Wasser sicher ableiten, aber dabei keinen Dampf hindurchlassen. Das im Dicksaftkörper kondensierte Wasser wird entweder abgepumpt oder durch Fallrohre in einen tief stehenden Behälter abgelassen, dessen Wasserspiegel entsprechend der größten Luftleere im Heizraum ungefähr 6—7 m tiefer als dieser liegt. Zuweilen läßt man auch die kondensierten Wässer der anderen Apparate in diesen Behälter oder Brunnen fließen und pumpt sie von dort nach den Verwendungstellen, jedoch ist dieses Vermischen der heißen und kühleren Wässer nicht anzuraten; man hält die über 100° warmen

besser getrennt und benutzt sie zum Kesselspeisen, während die anderen für die Diffusion, zum Absüßen der Filterpressen, zum Kalklöschen etc. verwendet werden.

In einigen Fabriken hat man versucht, die Wärme der heißen, kondensierten Wässer für die Verdampfung in der Weise noch nutzbar zu machen, daß sie vom Heizraum des einen zu dem des nächstfolgenden übergeführt werden, wo das Wasser bei der geringeren Spannung, die in jedem folgenden Heizraum herrscht, die überschüssige Wärme in Dampfform abgibt. Es gelangt somit alles Wasser schließlich in den Heizraum des Dicksaftkörpers, aus dem es mit der geringeren Temperatur dieses Heizraumes abläuft. Wenn dieses Verfahren geübt wird, muß für recht weite Ablaufrohre gesorgt werden, um Wasseranstauungen zu verhüten. Ein besonderer Vorteil ist hierbei aber nicht ersichtlich, weil die Wärme, welche im Verdampfapparat ausgenutzt wird, für die Kessel verloren ist.

Die Druckverhältnisse können sich auch dann ändern, wenn die Säfte aus irgend welcher Ursache stark schäumen. Eine Schaumbildung in gewissen Grenzen ist für eine gute Verdampfung mit niedrigem Saftstand, wie oben bereits angeführt wurde, sehr vorteilhaft. Wird sie aber zu stark, so werden die Heizflächen nicht mehr genügend und auf ihrer ganzen Fläche befeuchtet. Jede trockene Stelle ist aber unwirksam, und daher tritt bei solcher starken Schaumbildung stets eine Erhöhung des Druckes im Heizdampfraum ein. Zum Niederschlagen des Schaumes muß Fett in die Apparate gegeben werden, und zwar ein solches, dessen Zähflüssigkeit möglichst groß ist, damit man mit möglichst kleinen Mengen auskommt, weil die entstehenden Kalkseifen und das unzersetzte Fett im Verdampfapparat selbst und bei der Filtration des Dicksaftes schädlich wirken. Zum Einbringen des Fettes dient an den unter Luftleere siedenden Körpern der Butterhahn, für die unter Druck siedenden muß eine Ölpumpe genommen werden.

Eine geringe Luftleere im letzten Körper und daher höheren Druck in den ersten Körpern hat man häufig bei Beginn der Kampagne infolge von Undichtigkeiten in den Dichtungen der unter Luftleere arbeitenden Apparate und Brüdenleitungen, weil die eindringende Luft die Verdichtung des Dampfes im Kondensator beeinträchtigt und die Luftpumpen belastet. Solche Undichtigkeiten sind, soweit sie sich nicht schon durch das Geräusch der eindringenden Luft bemerklich machen, durch Ableuchten mit einer Lampe aufzusuchen und dann durch Überkleben mit Kitt abzudichten.

Ein Bedürfnis zur Abänderung der einfachen Arbeitsweise bei der Verdampfung ist niemals vorhanden gewesen. Vorschläge : Umgestaltung derselben haben in der Praxis nie Anklang gefunden und es erübrigt sich, solche Vorschläge, die häufig nur auf dem Papier gemacht und nicht oder nur versuchsweise wirklich ausgeführt wurden, näher zu besprechen.

XIII.

Die Kondensation der Brüdendämpfe.

Während bei den vor längeren Jahren üblichen Zweikörperapparaten und bei der geringen Verwertung der Brüdendämpfe zu Anwärmungs- und Verkochungzwecken sehr große Mengen Saftdampf im Kondensator verdichtet werden mußten, sind bei den jetzigen Verdampfungsanlagen die zum Kondensator gehenden Brüdenmengen verhältnismäßig sehr klein.

Überall, wo angewärmt und verkocht wird, findet natürlich auch eine Kondensation der Dämpfe statt. Die Anwärm- und Verkochungsapparate sind demnach auch als Kondensatoren für die Verdampfung anzusehen, und zwar als Oberflächenkondensatoren. Wenn man aber schlechtweg Kondensator sagt, so meint man im zuckertechnischen Sinne nur die Einspritzkondensatoren, welche die Verdichtung der Dämpfe zum alleinigen Zweck haben.

Bei ausgedehnter Anwärmung der Säfte mit Brüdendämpfen und Verdampfung in einem Vierkörperapparat werden von den 100 kg Wasser, welche ungefähr auf 100 kg Rüben im Verdampfapparat aus dem Saft verdampft werden, nur ungefähr 10 kg als Brüden im Dicksaftkörper erzeugt und zum Einspritzkondensator geleitet, falls nicht auch von diesen Dämpfen noch ein Teil zum Anwärmen des Rohsaftes dient und in dem Vorwärmer dafür kondensiert wird. Die übrigen 90 kg Wasser werden auf den Heizflächen der Verdampf-, Anwärm- und Verkochapparate verdichtet und als reines, etwas ammoniakhaltiges Brüdenwasser wieder gewonnen.

Außer den Brüden aus dem Dicksaftkörper des Verdampfapparates sind noch diejenigen aus den Kochapparaten zu kondensieren. Je nach der Dichte der Dicksäfte werden aus ihnen noch 10—15 kg

Wasser auf 100 kg Rüben verdampft, also mindestens ebenso viel wie im Dicksaftkörper, nur mit dem Unterschiede, daß die Entwicklung der Dämpfe im letzteren fast ganz gleichmäßig auf 24 Stunden verteilt wird, während die Dampfentwicklung im Kochapparat sehr verschieden groß ist, sodaß die Kondensatoranlage für diesen nicht nach der durchschnittlichen, sondern nach der größten Brüdenentwicklung berechnet werden muß.

Jede **Kondensator-Anlage** besteht aus dem Einspritzkondensator und der Luftpumpe.

Die **Luftpumpen** sind entweder *trockene* oder *nasse*; sie pumpen entweder nur die im Kondensator nicht kondensierten Gase ab oder außerdem noch das zur Kondensation benutzte heiße Wasser. Die nassen Luftpumpen haben die Übelstände, daß sich in ihnen aus dem heißen Wasser fast stets Stein absetzt und daß die Vorteile der Gegenstromkondensatoren bei ihnen nicht zur vollen Wirkung kommen, weil die abgekühlten Gase bei dem Zusammentreffen mit dem heißen Wasser wieder wärmer werden, einen größeren Raum einnehmen und daher die Leistung der Pumpe verringern. Man bevorzugt daher in den Zuckerfabriken die trockenen Luftpumpen mit hoch stehendem Kondensator, aus dem das Wasser, Fallwasser genannt, durch ein barometrisches Rohr abfließt.

Als Kondensatoren sind fast nur noch **Gegenstromkondensatoren** in Gebrauch, bei denen der Brüdendampf in den unteren Teil eintritt und dem von oben herabfließenden Wasser entgegengeführt wird. Die früheren Fehler dieser Kondensatoren, welche ihrer Einführung viel Schwierigkeiten boten und zur Verwendung der weniger gut arbeitenden Mitstromkondensatoren Anlaß gaben, nämlich die Stauungen in dem Gegenstromkondensator und dadurch veranlaßtes unregelmäßiges Arbeiten desselben, womit häufig ein starkes Überreißen von Wasser in die Luftpumpen verbunden war, hat man dadurch behoben, daß man den Kondensatoren eine große Höhe und großen Durchmesser gab und die Wasserverteilungsvorrichtungen, wie Rieselbleche etc., genügend weit von einander stellte, besonders in dem unteren Teil, wo die Brüdendämpfe eintreten. Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, den Brüdeneingang nicht ganz tief anzubringen, sondern so hoch über dem unteren Boden, daß die Dämpfe noch Raum genug vorfinden, um mit dem nach unten fallenden Wasser teilweise eine kurze Bewegung nach unten mitzumachen. Dadurch werden Stauungen

im Kondensator, welche zuweilen auch bei normalen Größenverhältnissen auftreten sollen, am sichersten vermieden. Dergestalt hergestellte Gegenstromkondensatoren arbeiten ohne Störung. Ihre innere Einrichtung kann allerdings sehr verschieden sein; in dem einen rieselt das Wasser auf schraubenförmigen Gängen hinab, im anderen fällt es kataraktähnlich über gegeneinander quer gestellte Bleche und bei noch anderen fällt es als Regen in feine Tröpfchen verteilt hinunter. Für die Zwecke der Zuckerfabriken arbeiten sie alle genügend, da sie bei genügenden Mengen kalten Einspritzwassers die zweckmäßigste Luftleere von ungefähr 60 cm erzeugen und es nach dem im vorigen Kapitel Angeführten für die Verdampfung von keinem nennenswerten Nutzen ist, wenn eine der genannten Konstruktionen eine höhere Luftleere erzeugt. Auch für die Verkochapparate ist im allgemeinen eine Luftleere von mehr als 60 cm nicht notwendig oder vorteilhaft.

Ein Kondensator arbeitet in zufriedenstellender Weise, wenn er eine Luftleere von ungefähr 60 cm erzeugt, wenn dabei das Fallwasser mit einer Temperatur abfließt, die nicht mehr als etwa 10° niedriger ist, als diejenige des Brüdendampfes, und wenn die zur Luftpumpe gelangenden Gase auf annähernd die Temperatur des Einspritzwassers gekühlt sind. Zur Überwachung der Wirksamkeit des Kondensators empfiehlt es sich, Thermometer am Fallwasserrohr und am Saugrohr der Luftpumpe anzubringen. Die dadurch angezeigten Temperaturen geben, sobald sie von der gewohnten Höhe abweichen, sofort Aufschluß über die Ursachen der verschlechterten Arbeit des Kondensators, besonders ob zu viel oder zu wenig Einspritzwasser angestellt ist und ob die Luftpumpe richtig arbeitet.

Die Länge des Fallwasserrohres soll, in senkrechter Richtung gemessen, mindestens 10 m von der Unterkante des Kondensators bis zum Wasserspiegel des Fallwasserkastens sein. Wenn diese Höhe bei der gewöhnlichen Luftleere von 60 cm Quecksilbersäule auch nicht unbedingt notwendig ist, so ist doch stets anzuraten, sie so groß zu nehmen, weil Schwankungen in der Höhe der Wassersäule im Fallwasserrohr, welche zuweilen mehr als 1 m ausmachen können, nicht ganz zu vermeiden sind. Das Fallrohr soll ferner einen recht großen Durchmesser haben, besonders bei Wasser, welches viel Stein absetzt, damit sich das Rohr nicht im Laufe der Kampagne verstopft. Eine Reinigung desselben ist während der Kampagne nur mit Aufenthalt in der Verarbeitung möglich, weil der Kondensator ohne Unterbrechung in Betrieb sein muß.

Mit der Temperatur des Fallwassers im Vergleich zu der des Brüdendampfes und mit der Temperatur des Einspritzwassers hängt der Verbrauch an diesem zusammen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen, wenn der Unterschied zwischen der Brüdentemperatur von etwa 62—65° und der Temperatur des Fallwassers etwa 10° ist und das Einspritzwasser etwa 10—15° hat, ist der Wasserverbrauch auf 1 kg Brüdendampf ungefähr 15 kg Wasser oder auf 100 kg Rüben ungefähr 150 kg für die Brüden der Verdampfung und 150—225 kg für die Brüden der Verkochung. Mit der Erhöhung der Luftleere sinkt der Temperaturunterschied zwischen Brüden- und Einspritzwasser und in entsprechendem Maaße muß die Menge des Einspritzwassers vermehrt werden.

Der berechnete Verbrauch an Einspritzwasser läßt sich aber nur erreichen, wenn die Brüdenzuströmung dauernd eine gleichmäßige ist, also wohl bei der Kondensation der Verdampfungsbrüden, nicht aber bei derjenigen der Verkochungsdämpfe. Ganz besonders unregelmäßig ist der Wasserverbrauch, wenn jeder Kochapparat seinen besonderen Kondensator und seine besondere Luftpumpe hat; die Aufsicht wird außerdem dadurch sehr erschwert und die Anlage sehr kostspielig.

Man ist daher dazu übergegangen, entweder einen **Zentralkondensator** oder mindestens **Zentralluftpumpen** aufzustellen. Am vorteilhaftesten in bezug auf den Wasserverbrauch und die Einfachheit des Betriebes arbeitet unstreitig der Zentralkondensator, der natürlich auch nur einer entsprechend großen Luftpumpe bedarf. Gegen seine Aufstellung wird angeführt, daß die großen Brüdenventile, welche in die Leitungen vor den einzelnen Apparaten eingeschaltet werden müssen, um jeden derselben absperren zu können, schwer dicht zu halten sind, und daß ferner das Verkochen der Dicksäfte auf Korn bei der stets gleichbleibenden Luftleere nicht so gut auszuführen ist, als wenn der Kocher durch An- und Abstellen des Wassers an einem einzelnen Kondensator die Luftleere nach Belieben regeln kann. Der letzte Einwurf ist aber hinfällig, da es nur Sache der Übung ist, daß der Kocher bei gleichbleibender Luftleere ebenso gut kocht, wie bei einer Änderung derselben. Das Kochen mit gleichbleibender Luftleere ist sogar einfacher. Wenn man besonders eigenartige Produkte kochen will, wie z. B. groben Kristallzucker, so ist für manchen Kocher der Einzelkondensator zu der dann notwendigen Änderung der Luftleere vielleicht bequemer, als die Regelung durch ein Brüdenventil. Diese Brüdenventile werden im übrigen jetzt so gut hergestellt

und die Abdichtung der Ventilkegel mit Vulkanfiber ist so haltbar, daß die Bedenken gegen ihre Verwendung aufgegeben werden müssen. Auch Schieber haben sich sehr gut bewährt. Im allgemeinen macht man die Brüdenleitungen der Kochapparate und dementsprechend auch die Ventile von zu großem Durchmesser, verteuert dadurch die Anlage und erschwert das Dichthalten der Ventile.

Läßt man eine Zentralluftpumpe auf verschiedene Kondensatoren arbeiten, so braucht man zur Absperrung jedes Kondensators und des damit zusammenhängendeu Apparates nur ein verhältnismäßig kleines Ventil in der Saugleitung der Pumpe. Diese Einrichtung ist unter gewissen Verhältnissen vielleicht zweckmäßig, es wird aber bei ihr wesentlich mehr Wasser gebraucht, als bei einem Zentralkondensator, weil ein Ausgleich der verschieden stark zuströmenden Brüden der verschiedenen Apparate in den Einzelkondensatoren nicht stattfindet. Auch die Beaufsichtigung der Einzelkondensatoren erfordert mehr Aufmerksamkeit, besonders wenn Wasser gespart werden muß.

In Fabriken, die keinen Mangel an frischem Wasser haben, dient das heiße Fallwasser teilweise als Druckwasser für die Diffusion, zum größten Teil aber nur zum Schwemmen und Waschen der Rüben. Wo Mangel an Wasser herrscht, kühlt man das Fallwasser auf Gradierwerken oder in Kühlwerken mit Streudüsen ab, sodaß es mit einer Temperatur, die je nach der Außentemperatur und Windstärke mehr oder weniger erniedrigt ist, wieder in den Betrieb und auch zur Kondensation zurückgenommen werden kann.

XIV.

Die Saturation und Filtration des eingedickten Saftes.

Der in den Verdampfapparaten eingedickte Saft hat eine gelbe oder braune Farbe und ist trübe von feinen Niederschlägen, welche sich während des Verdampfens ausgeschieden haben. **Seine Alkalität** richtet sich, wie bereits oben erwähnt ist, ganz nach der Alkalität des Dünnsaftes und der Beschaffenheit der Säfte. Je mehr Ammoniak, amidartige und eiweißartige Stoffe, Invertzucker und Kalksalze der

Dünnsaft enthält, desto größer ist der Rückgang der Alkalität während der Verdampfung. Würde ein solcher Rückgang nicht stattfinden, so müßte ein Dicksaft von 60° Brix eine fünfmal größere Alkalität haben als ein Dünnsaft von 12° Brix; in der Regel ist die Alkalität des Dicksaftes aber nur 3—4 mal größer als die des Dünnsaftes, sodaß der Rest in Form von Ammoniak abdestilliert oder dadurch neutralisiert ist, daß die Alkalien durch Umsetzung mit den Zersetzungsprodukten der stickstoffhaltigen Stoffe, des Invertzuckers oder der Kalksalze, gebunden werden.

Auch die Farbe des Dicksaftes ist dunkler als der Eindickung entspricht. Wird daher der Dicksaft durch Verdünnen mit Wasser auf die Dichte des Dünnsaftes gebracht, so ist der verdünnte Dicksaft dunkler als der ursprüngliche Dünnsaft.

Die Alkalität des unsaturierten Dicksaftes hält man zweckmäßig auf 0,07—0,15 v. H. Da sich ein so stark alkalischer Saft aber nicht zum Verkochen eignet, so saturiert man ihn mit Kohlensäure oder schwefeliger Säure oder beiden zugleich. In manchen Fabriken verringert man die Alkalität bis beinahe zur neutralen Reaktion, während in anderen eine höhere Alkalität von etwa 0,03—0,04 für richtig gehalten wird. Auch hier ist es am richtigsten, die Alkalität nach dem Verhalten des Saftes bei der späteren Verarbeitung zu bestimmen. Nimmt die Alkalität beim Verkochen stark ab, so ist der Dicksaft so hoch in der Alkalität zu halten, daß die Füllmasse, also auch der Zucker I. Produktes und der Ablaufsirup noch deutliche Rotfärbung mit Phenolphtalein zeigen. Enthält der Dicksaft dagegen viel freie Alkalien und keine Kalksalze, so kann man ihn beinahe bis zur Neutralität saturieren, da in solchen Säften ein Rückgang der Alkalität kaum zu befürchten ist. Die Nachteile, welche man einer höheren Alkalität zuweilen zuschreibt, nämlich daß solche Dicksäfte sich nicht so gut verkochen lassen und daß die daraus gewonnenen Zucker aschenreicher seien, sind nicht vorhanden. Das Verkochen der Dicksäfte könnte nur dann verlangsamt werden, wenn die Alkalität durch Ätzkalk hervorgerufen würde, wenn also Zuckerkalk darin vorhanden wäre. Das ist aber bei einer Alkalität von 0,03—0,05 nicht der Fall; diese wird vielmehr stets nur durch kohlensaure oder Ätz-Alkalien, Ammoniak und organische Basen hervorgerufen. Aber auch eine merkbare Erhöhung des Aschengehaltes kann durch die Alkalität nicht veranlaßt werden. Im günstigsten Falle könnten die durch

starkes Saturieren mit Kohlensäure oder schwefeliger Säure er... kohlensauren oder schwefeligsauren Alkalien sich mit den vorhan... Kalksalzen umsetzen, wobei entsprechende Mengen von kohlensaurem oder schwefeligsaurem Kalk ausfallen würden. Es würden also höchstens 0,03—0,05 g Kalk auf 100 g Dicksaft, welcher ungefähr 2 g Gesamtasche enthält, ausgefällt werden oder etwa 1,5—2,0 v. H. der Gesamtasche, ein im Zucker kaum merkbarer Bruchteil. Da aber die Umsetzung der kohlensauren und schwefeligsauren Alkalien mit den Kalksalzen niemals vollständig ist, besonders wenn die Filtration sofort nach der Saturation vorgenommen wird, so wird jedenfalls ein viel kleinerer Teil Kalk durch weitergehende Saturation ausgefällt und daher kann in dieser Beziehung von einer günstigen Einwirkung einer Saturation bis zur Neutralität auf das Rendement des Zuckers kaum die Rede sein. Jedenfalls verschwindet diese Einwirkung ganz gegenüber dem viel größeren Einfluß, den die Einhaltung einer richtigen Temperatur bei der Saturation und vor allen Dingen eine gute Filtration auf den Aschengehalt der Dicksäfte haben.

Der aus den Verdampfapparaten abgepumpte Dicksaft hat nur die Temperatur, welche der Siedetemperatur des Saftes im Dicksaftkörper entspricht, also ungefähr 70°. Vor der Saturation muß er beinahe zum Kochen erhitzt werden, was am besten in besonderen Vorwärmern durch Brüdendämpfe geschieht. Dampfschnattern sind hier weniger gut, weil sie den Saft zu stark verdünnen würden.

Die **Saturation des Dicksaftes** wird am besten in einer Pfanne stetig ausgeführt, indem der Dicksaft fortwährend in dieselbe gepumpt und gleichzeitig durch Einleiten der Kohlensäure oder schwefeligen Säure die Alkalität auf der vorgeschriebenen Höhe gehalten wird, während ebensoviel Saft nach den Filtern läuft, wie hineingepumpt wird.

Ein Zusatz von Kalk wird zum Dicksaft gewöhnlich nicht gemacht; er ist auch völlig überflüssig, wenn der Dünnsaft und damit der unsaturierte Dicksaft genügend alkalisch gehalten werden. Aus solchen Säften, die noch 0,07—0,15 Alkalität haben, erhält man bei der Saturation in der Siedehitze noch eine genügende Menge eines körnigen Niederschlages, der die etwa vorhandenen schmierigen Niederschläge einhüllt, sodaß die Filtration meistens recht gut vor sich geht. Ist der unsaturierte Dicksaft aber infolge zu weit getriebener

Dünnsaftsaturation sehr wenig alkalisch, so erhält man bei seiner Saturation nur wenig oder keine Niederschläge und die Folge ist eine schlechte Filtration. In solchen Fällen ist ein Zusatz von Kieselgur, wie vorher bei der Dünnsaftfiltration schon erwähnt wurde, zu empfehlen, von der man etwa 1 kg auf 1 cbm Saft hinzusetzt. Damit die Kieselgur sich richtig und gleichmäßig verteilt, ist der Einbau eines Rührwerkes in die Saturationspfanne ratsam. Da bei Beginn der Kampagne die ersten Säfte stets stark mit schmierigen und Eisenrost enthaltenden Bestandteilen aus Apparaten und Rohrleitungen verunreinigt sind, die sich schlecht filtrieren lassen, ebenso auch bei Beginn jeder Wochenarbeit, so setzt man zweckmäßig den ersten Dicksäften stets etwas Kieselgur zu, ebenso dann, wenn gegen Schaumbildung in den Verdampfapparaten viel Oel zugesetzt werden mußte.

Gegen schlechte Filtration hilft zuweilen auch ein geringer **Zusatz von Kalkmilch,** aber es scheint, daß Dicksäfte, welche unsaturiert eine genügend hohe Alkalität aus den Verdampfapparaten mitbringen, stets am besten filtrieren. Wenn Kalk zum Dicksaft zugesetzt wird, so soll dieser einige Zeit bei höherer Temperatur einwirken; die stetige Saturation ist in diesem Falle also nicht anzuwenden oder mit einer Vorscheidung zu verbinden.

Für die Reinigung und spätere Verarbeitung der Dicksäfte ist es gleichgiltig, ob sie mit Kohlensäure oder mit schwefeliger Säure saturiert werden. Die Saturation mit der schwefeligen Säure hat aber den Vorteil, daß sie hellere Säfte und Zucker gibt und daß diese infolge der Anwesenheit geringer Mengen von schwefeligsauren Salzen, die gelöst bleiben, haltbarer sind. Wenn man also überhaupt die schwefelige Säure auf die Rübensäfte anwenden will, so soll man sie nur bei der Dicksaftsaturation benutzen, und hier ist ihre Anwendung sogar sehr zu empfehlen.

Zur **Filtration des Dicksaftes** dienen dieselben Einrichtungen, wie für die Dünnsaftfiltration. Da man aber im allgemeinen einen etwas höheren Druck für den Dicksaft vorzieht, so finden hier besonders **Filterpressen,** welche leicht mit Holzrahmen konstruiert sein können, und die früher beschriebenen Sandfilter Anwendung. Auch bei dem Dicksaft läuft der zuerst aus dem Filter austretende Saft stets trübe; man läßt ihn daher zur Dünnsaftsaturation zurücklaufen und erst den klaren Saft zu den Dicksaftsammelkasten. Der Schlamm, der

sich auf den Tüchern absetzt, läßt sich nicht absüßen, wie jı haupt Pressen mit Absüßvorrichtungen hier ebenso wenig ange... sind wie bei der Dünnsaftfiltration. Er wird daher, da er star. zuckerhaltig ist, am besten in die Saturationspfannen zurückgebracht. Auch die Tücher enthalten stets zuckerreicheren Saft, wenn sie abgezogen werden. Ob es vorteilhaft ist, diesen durch Einweichen der Tücher wieder zu gewinnen, ist insofern zweifelhaft, als der Saft sich durch das kaum zu vermeidende längere Stehen in stark verdünntem Zustande immer sehr verschlechtert. Im allgemeinen sind die Verluste im Schlamm und in den Tüchern auch so gering, daß man sie ohne Bedenken mit in den Kauf nehmen kann.

In den meisten Fällen läßt sich der Dicksaft ziemlich gut filtrieren. Es gibt aber auch Säfte, die sich nicht oder schwierig filtrieren lassen, besonders wenn sie über 60° Brix schwer gehalten werden. In solchen Fällen empfiehlt es sich, den sogenannten **Mittelsaft zu saturieren und zu filtrieren**, d. h. den Saft, wie er aus dem vorletzten Körper des Verdampfapparates erhalten wird. Man pumpt den Saft, der ungefähr 30° Brix schwer ist, nach der Saturationspfanne, behandelt ihn dort, wie für den Dicksaft bereits angegeben ist, und zieht den filtrierten Saft in den Dicksaftkörper ein, wo er auf die gewöhnliche Dichte fertig eingedampft wird. Er wird dabei zwar gewöhnlich wieder etwas trübe, aber die Hauptmenge des Schlammes ist bereits vorher abfiltriert, und zwar bei guten Filtereinrichtungen in sehr guter Weise, sodaß eine nochmalige Filtration des Dicksaftes unterbleiben kann. Die Mittelsaftfiltration ist besonders dann zu empfehlen, wenn die Säfte viel Stein in den Verdampfapparaten absetzen, weil dieser Steinabsatz sich hauptsächlich aus den Niederschlägen bildet, welche sich bei dem Eindampfen des Dünnsaftes im Safte ausscheiden und dann zum Teil auf den Heizröhren festsetzen.

Zuweilen filtriert man den Mittelsaft in der Weise, daß man ein geschlossenes Filter (Kies-, Knochenkohlefilter oder geschlossene Filterpresse) zwischen dem letzten und vorletzten Verdampfkörper einschaltet, sodaß der Saft beim Überziehen dieses Filter durchströmen muß. Abgesehen davon, daß diese Einrichtung ziemlich umständlich ist und der Druckunterschied häufig auch nicht zur Filtration ausreicht, fehlt hierbei auch die Saturation vor der Filtration. Allerdings wird der Saft in manchen Fabriken in dem Verdampfapparat selbst

saturiert, indem schwefelige Säure in den darin siedenden Saft geleitet wird. Aber diese Art der Saturation ist garnicht zu kontrollieren und daher nicht zu empfehlen.

Für die Beurteilung, ob ein Dicksaft eine solche Beschaffenheit hat, daß er sich gut verkochen und weiter verarbeiten lassen wird, gibt es keinen unbedingt sicheren Anhalt. Ein Saft von hoher Reinheit wird sich allerdings stets gut verkochen lassen, aber bei der Verarbeitung minderwertiger Rüben, wenn die Dicksäfte nur Reinheiten von etwa 90 haben, gibt weder die Analyse noch die Farbe einen Aufschluß darüber. Vielfach glaubt man zwar, aus der Höhe des Kalkgehaltes, also des **Gehaltes an Kalksalzen** Schlüsse auf die weitere Verarbeitungsfähigkeit ziehen zu können, aber gerade hier hängt sehr viel von der Art der Kalksalze ab. Ein gewisser Gehalt an solchen Salzen ist sogar zuweilen ein Zeichen, daß die Säfte aus schlechten Rüben durch energische Kalkbehandlung möglichst aufgebessert sind. Auch die Farbe läßt keinen Schluß auf die Güte der Dicksäfte zu, und es wäre ganz falsch, einen hellen Dicksaft, besonders einen solchen, der unter Anwendung aller möglichen Chemikalien entfärbt oder mit schwefeliger Säure schwach sauer gemacht ist, für besser als dunklere Säfte zu halten und zu glauben, daß daraus bessere Zuckerprodukte erhalten werden.

Wenn die Dünnsäfte richtig wie oben angegeben behandelt sind, so wird man stets einen unter den obwaltenden Umständen möglichst guten Dicksaft erhalten; jedenfalls ist es aber nicht immer möglich, im Dicksaft eine Reinigung nachzuholen, die bei den Dünnsäften versäumt ist, oder die Fehler, welche bei den Dünnsäften gemacht sind, bei dem Dicksaft wieder gut zu machen.

XV.

Das Verkochen des Dicksaftes.

Der filtrierte Dicksaft wird in **Vakuum-Kochapparaten** auf Korn verkocht. Die Kochapparate sind Apparate, welche zum Eindampfen des Dicksaftes und zur Kristallisation des Zuckers dienen sollen, sie müssen also beiden Erfordernissen gerecht werden, besonders

aber eine richtige Kristallisation des Zuckers herbeiführen. Im allgemeinen haben die Kochapparate eine den Verdampfapparaten ähnliche Form und Einrichtung mit den Abänderungen, welche das Eindampfen zähflüssiger und zuletzt breiartiger Massen erforderlich macht. Gewöhnlich bevorzugt man die stehende Form mit unten konisch abgeschrägtem Boden. Als Heizflächen findet man in diesen gewöhnliche, mehrfach über oder durcheinander gewundene Schlangen oder wagerecht liegende Lyrarohre oder Röhrenheizkörper mit kurzen und weiten Heizröhren oder senkrechte Heizrohre, welche in Dampfzuleitungs- und Wasserabführungs-Kammern eingedichtet sind. Als liegende Vakuumapparate sind nur solche in Kofferform in Gebrauch, welche genau wie die Verdampfapparate eingerichtet sind und nur einen nach den Ausfüllöffnungen zu geneigten Boden haben. Alle Heizflächen sollen möglichst tief in den Kochapparaten liegen, damit sie von Anfang an mit Saft bedeckt sind.

Als Metall für die Heizrohre wird hier sehr häufig Eisen genommen, da es vor dem Messing und Kupfer den Vorzug hat, daß es durch die Ammoniakgase weniger angegriffen wird, während der Nachteil, den es bei den Verdampfapparaten hat, nämlich die geringere Wärmeleitungsfähigkeit, hier wenig in Betracht kommt, da die Wärmeübertragung an und für sich nur gering ist. In den Kochapparaten wirken die Ammoniakgase schädlicher auf die Heizrohre ein, als in den Verdampfapparaten, weil die Bewegung des Heizdampfes in den ersteren zum Schluß des Verkochens gering ist und daher die Ammoniakgase sich länger darin aufhalten und an manchen Stellen ansammeln können.

Die Ausfüllöffnungen werden bei den Dicksaftkochapparaten meistens durch einen Kegel verschlossen. Wo man die Füllmassen mit viel Sirup abkocht, sodaß sie verhältnismäßig dünnflüssig bleiben, verschließt man die Öffnung auch mit einem Kolbenventil. Der früher allgemein übliche Dampfmantel am unteren Boden, der Doppelboden, wird jetzt meistens fortgelassen, obwohl ihm ein gewisser Nutzen nicht abgesprochen werden kann, da durch eine solche Beheizung der untersten Schichten tief unten Dampfblasen entstehen, welche günstig auf die Bewegung der Füllmassen und damit auf das Verkochen und Kristallisieren derselben einwirken. Als eigentliche Heizvorrichtung hat der Doppelboden aber wenig Wert, weil der Wärmeübertragungskoeffizient daselbst sehr gering ist.

Die sonstige **Ausrüstung der Kochapparate** muß eine derartige sein, daß dem Kocher die Überwachung des Verkochens und die Erkennung etwaiger Fehler und deren Abhülfe erleichtert wird. Der Probehahn oder Probestock zur Entnahme der Proben muß an der richtigen Stelle stehen, also so, daß daselbst eine genügende Bewegung der Füllmasse vorhanden ist, damit die Probe dem Durchschnitt des ganzen Inhaltes entspricht. Augengläser müssen an der Vorderseite reichlich vorhanden sein und Leuchtgläser so angebracht werden, daß das Innere des Kochapparates gut beleuchtet wird. Das Thermometer muß mit seinem Schaft weit genug hineinreichen. Als Vakuummeter muß ein Quecksilbervakuummeter vorhanden sein. Die Einzugventile für Dicksaft und Sirup müssen groß genug sein und eine bequeme Lage haben. Das sich ihnen im Innern oder außen anschließende Rohr muß in den unteren Teil des Apparates führen und dort in passende Verteilungsvorrichtungen ausmünden. Als Heizdampf muß nach Bedarf höher oder niedrigerer gespannter Dampf benutzt und die entsprechenden Verbindungen müssen durch Hauptventile leicht hergestellt werden können. Die Spannung des Heizdampfes ebenso wie die des Dampfes am Ausgang aus den Heizvorrichtungen muß der Kocher durch Manometer ablesen können. Selbstverständlich müssen die Heizvorrichtungen durch Kondensationswasser-Ableiter geschlossen werden, und für richtige Abführung der Ammoniakgase muß gesorgt werden. Besondere Ventile sollen zum Einzug von kaltem oder heißem Wasser vorhanden sein. Sehr zweckmäßig ist die Anbringung einer gelochten Schlange oder einer sonstigen Verteilungsvorrichtung im unteren Teile des Apparates, um Dampf direkt in die Massen einzuführen und sie dadurch in Bewegung zu setzen. Nach dem Ablassen des Sudes kann dieser Dampf oder auch durch besondere Leitungen eingeführter zum Ausdämpfen dienen.

Die **Größe der Kochapparate** ist sehr verschieden. Ein großer Apparat erfordert natürlich weniger Bedienung als mehrere kleinere, welche zusammen denselben Inhalt haben. Andererseits ist es aber für den Betrieb der ganzen Fabrik und besonders auch der Verdampfapparate, wie bereits oben erwähnt, wenig vorteilhaft, nur ein großes Vakuum zu besitzen; denn wenn dieses frisch angestellt wird, so braucht man zu Anfang große Mengen Brüdendampf, den die Verdampfapparate nicht abgeben können; je weiter das Verkochen vorschreitet, desto weniger Dicksaft wird eingezogen, desto weniger Dampf wird gebraucht und schließlich fast gar keiner, sodaß der

Verdampfung zu wenig Dampf entnommen wird und die Säfte sich dort aufstauen. Jede Fabrik sollte demnach mindestens 2 Kochapparate von passender Größe haben und diese abwechselnd betreiben, um den Dicksaft regelmäßiger abzunehmen und die Brüdendämpfe gleichmäßig auszunutzen.

Für die **Größe der Heizflächen** in den Kochapparaten gibt es keinen bestimmten Anhalt; sie lassen sich nicht, wie für die Verdampfapparate berechnen, da die Verhältnisse für die Wärmeübertragung während des Verkochens sehr wechseln und zu verschiedenen Zeiten sehr verschiedene Mengen Wasser verdampft werden müssen. Dann ist die Verdampfung auch nur ein Mittel zu dem eigentlichen Hauptzweck der Kochapparate, nämlich zur Kristallisation des Zuckers. Da nun eine zu große Heizfläche niemals schädlich sein kann, wenn sie nur im untersten Teil des Kochapparates liegt, und unter keinen Umständen die Zirkulation der Massen beeinträchtigt, so soll man sie so groß wie möglich nehmen. Man ist dann jeder Zeit in der Lage, besonders zu Anfang, recht schnell einzudampfen, und kann möglichst niedrig gespannte Brüdendämpfe verwerten. Die Wärmezuführung zur kochenden Masse, also die Verdampfung hängt hier nicht von der Größe der Heizfläche ab, sondern von der Menge Dampf, die in den Heizraum eingelassen wird, und von seiner Spannung. Es wird somit bei großen Heizflächen gewöhnlich nur ein Teil derselben wirksam sein; wo die Bauart der Heizflächen es zuläßt, erscheint es zweckmäßig, sie in mehrere Abteilungen zu teilen, die jede für sich mit Dampfzugängen und Wasserabgängen versehen sind und nach Bedürfnis mit Dampf beheizt werden. In allen Fällen kann man allein durch die Dampfventile die Verdampfung so regeln, wie es die Bedingungen für eine richtige Kristallisation des Zuckers erforderlich machen. Kochapparate von 20 000—50 000 kg Füllmasseinhalt, in welchen Größen sie jetzt meistens gebaut werden, haben Heizflächen von etwa 80—150 qm.

Die Frage, welche Konstruktion des Kochapparates und welche Art der Heizflächen die bessere ist, ist schwer zu beantworten. Ein geschickter Kocher wird in jedem Apparat, dessen Heizflächen wirksam sind und die Zirkulation nicht hindern, guten Zucker kochen. Daraus aber, daß ein Kocher in einem neuen Vakuumapparat schlechte Erfolge erzielt, während er mit einem alten Apparat, an den er sich gewöhnt hat, gut kocht, darf man nicht schließen, daß das neue Vakuum

schlechter ist. Das Kochen ist eben eine Kunst, die gewöhnlich ganz empirisch erlernt wird und für jeden anders gebauten Apparat und für jede anders beschaffene Füllmasse neu erlernt werden muß.

Die **Kunst des Kochens** besteht darin, in dem eingedickten Saft die nötige Zahl der Kristalle zu bilden und bei dem weiteren Verkochen nur diese wachsen zu lassen, ohne daß sich merklich neue Kristalle bilden. Der Kocher erreicht dieses, indem er aus der äußeren Beschaffenheit der dem Apparat entnommenen Proben unbewußte Schlüsse auf die Konzentration des Sirups zieht. Es würde ganz zwecklos sein, hier eine Beschreibung der Kunstgriffe zu geben, welche die Kocher zur Erreichung ihres Zieles anwenden. Man kann sie nur durch praktische Übung erlernen und jeder Kocher hat seine eigenen Methoden.

Was bei der Kunst des Kochens wesentlich ist und zur Beurteilung der Richtigkeit oder Unrichtigkeit der einzelnen Kunstgriffe dient, ist allein die **Kenntnis der tatsächlichen Vorgänge beim Verkochen.**

Damit sich in einer Zuckerlösung Kristalle bilden und die gebildeten Kristalle wachsen können, muß sie „übersättigt" sein. **„Gesättigt"** ist eine Zuckerlösung, wenn sie bei gleichbleibender Temperatur weder Zucker aufzulösen vermag, noch Zucker an eingebrachte Zuckerkristalle auskristallisieren läßt. Je höher die Temperatur der Lösung ist, desto mehr Zucker ist auf 1 Teil Wasser gelöst. Dampft man gesättigte Lösungen bei der Sättigungstemperatur weiter ein, so kristallisiert der Zucker nicht sofort aus, sondern er bleibt zunächst noch gelöst und die Flüssigkeit ist **„übersättigt"**. Je reiner die übersättigte Zuckerlösung ist und je mehr Anregekristalle in ihr vorhanden sind, desto schneller scheidet sich der überschüssig gelöste Zucker aus oder lagert sich an die vorhandenen Kristalle an; unreine Zuckerlösungen brauchen wesentlich längere Zeit, ehe sie zu kristallisieren anfangen, sie können und müssen auch um so stärker übersättigt sein, um Kristalle auszuscheiden oder wachsen zu lassen, je mehr Nichtzucker sie enthalten.

Bezeichnet man die Menge Zucker, welche bei einer bestimmten Temperatur in einer gesättigten Zuckerlösung auf 1 Teil Wasser gelöst ist, mit Z und diejenige Menge, welche bei derselben Temperatur in der entsprechenden übersättigten Lösung auf 1 Teil Wasser gelöst ist, mit Z_1, so ist die Zahl $c = \frac{Z_1}{Z}$ der **Übersättigungskoeffizient**, also

diejenige Zahl, welche angibt, wie viel mal mehr Zucker auf 1 Teil Wasser in einer übersättigten Lösung gelöst ist, als in der gesättigten bei gleicher Temperatur. Dieser Übersättigungskoeffizient ist für die Kristallisation des Zuckers, sei es bei dem Verkochen, sei es bei der Verarbeitung der Füllmassen oder Sirupe von grundsätzlicher Bedeutung. Während alle anderen Umstände, die für die Kristallisation des Zuckers von großer Bedeutung sind, so besonders die Zähflüssigkeit, mit der Temperatur wechseln, ist der Übersättigungskoeffizient ganz unabhängig von derselben. Ob also das Verkochen oder sonstige Kristallisationsverfahren bei höherer oder niedrigerer Temperatur ausgeführt werden, die für die Neubildung und das Wachsen der Kristalle günstigsten Übersättigungskoeffizienten sind innerhalb der praktischen Temperaturgrenzen stets die gleichen für Sirupe und Säfte gleicher Reinheit, dagegen verändern sie sich, wie bereits erwähnt, mit der wechselnden Reinheit. Ferner muß der Übersättigungskoeffizient für die Kornbildung größer sein, dagegen kleiner, wenn in der Lösung vorhandene Kristalle die Kristallisation erleichtern.

Für eine geregelte Kristallisation muß die Übersättigung, und damit zusammenhängend auch die Temperatur, an allen Stellen der kristallisierenden Masse gleich sein. Geändert wird die Übersättigung während des Verkochens einmal durch das Verdampfen an der Heizfläche, sodaß sich an dieser leicht eine stärker übersättigte Lösung bildet, die zur Neubildung von kleinen Kristallen Anlaß geben könnte, dann im entgegengesetzten Sinne an der Eintrittstelle des Dicksaftes, wo die Übersättigung völlig aufgehoben und fertig gebildete Kristalle wieder aufgelöst werden können, wenn der Dicksaft nicht sofort in der ganzen Masse verteilt und mit dem übersättigten Sirup, welcher die Kristalle umgibt, gemischt wird. Daher ist ein Hauptaugenmerk darauf zu legen, daß die **Zirkulation der Masse** im Kochapparat eine gute ist. Die Bauart des Apparates und der Schlangen darf also einer solchen Zirkulation keine wesentlichen Hindernisse bieten; eine Saftströmung hervorrufen kann jedoch keine Konstruktion, sondern dazu gehören mechanische Kräfte, welche während des Verkochens durch die aufsteigenden Dampfblasen erzeugt werden. Nun ist die Dampfentwickelung an den Heizflächen gerade dann am geringsten, wenn die Bewegung der Massen am stärksten sein sollte, nämlich am Schlusse des Verkochens. Es haben sich daher Vorrichtungen als sehr vorteilhaft erwiesen, durch welche man der Füllmasse zu jeder beliebigen Zeit eine beliebig regelbare Bewegung erteilen kann.

Rührwerke, Schnecken etc. haben sich in dieser Beziehung für Nachprodukt-Kochapparate recht gut bewährt; bei dem Verkochen des Dicksaftes haben sie sich bisher wenig Eingang verschafft, weil der Raum in den meisten Apparaten älterer Bauart zu beschränkt dafür ist; bei den neueren Konstruktionen werden jedoch häufig Rührwerke angebracht. Sehr zweckmäßig ist für die Verkochung die durch frei einströmenden Dampf erzeugte Bewegung. Die aus den unten gelagerten Verteilungsvorrichtungen aufsteigenden Dampfblasen rühren die Füllmasse an allen Stellen durch, besonders auch an den Heizflächen, die sie viel besser bestreichen können, als mechanische Rührwerke, sodaß keine örtliche Übersättigung oder Überhitzung stattfinden kann. Infolgedessen ist gerade bei dieser, durch Dampfblasen erzeugten mechanischen Bewegung der Füllmasse die Bildung von Feinkorn leicht zu vermeiden.

Um den eingezogenen Dicksaft möglichst schnell in die Massen zu verteilen, führt man ihn unten und fein verteilt in den Kochapparat ein, damit er sich mit dem Muttersirup mischt, wenn er infolge seines leichteren spezifischen Gewichtes in die Höhe steigt. Wesentlich beschleunigt wird diese Mischung, wenn der Dicksaft recht heiß eingezogen wird, sodaß seine Temperatur über dem Siedepunkt der kochenden Masse liegt. Es entwickeln sich dann aus ihm beim Eintritt in das Vakuum plötzlich viele Dampfblasen, welche zur schnellen Vermischung beitragen. Kälter als die Siedetemperatur im Vakuum sollte der Dicksaft nicht sein, da er sich dann nicht nur schwerer vermischt, sondern auch die Füllmasse abkühlt und Veranlassung zur Bildung von Feinkorn geben kann.

Zur **Bildung des Korns** im Kochapparat muß der Dicksaft also übersättigt sein. Sobald die Übersättigung eine gewisse Höhe erreicht, scheiden sich Kristalle aus. Es hat sich für die Güte der Kristalle als sehr zweckmäßig erwiesen, ihr Entstehen durch plötzliches, stoßweises Einziehen von Dicksaft zu veranlassen. Je stärker der Saft übersättigt ist und je stärker die Bewegung ist, desto eher und reichlicher bilden sich die Kristalle. Unter sonst gleichen Umständen muß man daher den Dicksaft um so weniger eindicken und um so weniger frischen Saft zuziehen, je weniger Korn man bilden will. Jedoch kann man die Übersättigung für die Erzeugung gleicher Korngrößen sehr verschieden halten, weil man durch fortgesetzte Bewegung, also durch häufiges Öffnen des Dicksafteinzugventiles auch in schwach

übersättigten Säften viele Kristalle bilden kann und umgekehrt durch seltenes Nachziehen wenig Korn in stärker übersättigten Dicksäften. Als praktisch kleinste Größe des Übersättigungskoeffizienten für die Kornbildung in Dicksäften von 90—92 Reinheit ist die Zahl 1,2 anzusehen; bei geringerer Übersättigung dauert es zu lange, ehe genügend Korn erzeugt ist, und die Gefahr ist vorhanden, daß die gebildeten Kristalle bei dem Nachziehen von frischem Dicksaft wieder teilweise aufgelöst werden. Der höchste Übersättigungskoeffizient dürfte 1,5—1,6 sein, da man bei noch höheren Zahlen schon bei einmaligem Saftzuzug zu viel Kristalle erhalten dürfte.

Ist nun auf die eine oder andere Weise genügend Korn gebildet worden, so ist das **Verkochen** weiterhin so zu leiten, daß nur diese Kristalle wachsen und keine neuen sich bilden. Solange die Kristalle noch klein sind, also verhältnismäßig sehr kleine Flächen zur Anlagerung des auskristallisierenden Zuckers haben, ist der sie umgebende Sirup, der Muttersirup, nur wenig übersättigt zu halten; denn da dieser Sirup noch annähernd die Reinheit des ursprünglichen Dicksaftes hat, so hat er auch noch die Eigenschaft, schon bei einem Übersättigungskoeffizienten von 1,2 und bei der durch den Dicksaftzuzug erzeugten Bewegung neue Kristalle zu bilden. In diesem Zeitraum des Kochens darf die Übersättigung also nicht stärker werden, als einem Koeffizienten von 1,2 entspricht; sicherer ist es sogar, wenn sie diese Höchstzahl überhaupt nicht erreicht.

Dieses weitere Verkochen kann auf zweierlei Art ausgeführt werden, entweder mit **ununterbrochenem oder mit stoßweisem Saftzuzug.** Bei dem ersteren stellt man das Safteinzugventil so ein, daß gerade soviel Dicksaft zugezogen wird, um den Muttersirup dauernd auf der vorgeschriebenen gleichbleibenden Übersättigung zu halten. Als Übersättigungskoeffizient ist hierbei die Zahl 1,1 im Durchschnitt zu empfehlen, jedenfalls soll man zu Anfang diese Zahl kaum überschreiten. Bei dem stoßweisen Saftzuzug wird Saft zugezogen, wenn der Übersättigungskoeffizient annähernd auf 1,2 gestiegen ist, und dann soviel, daß die Übersättigung fast ganz aufgehoben wird, also der Koeffizient beinahe auf 1,0 sinkt. Unter den Sättigungspunkt darf der Muttersirup aber nicht verdünnt werden, da sonst die vorhandenen Kristalle wieder aufgelöst würden. Als allgemeine Regel für beide Verkochungsarten ist anzuführen, daß bei

langsamem Verkochen die Übersättigungskoeffizienten, besonders die der oberen Grenze, niedriger gehalten werden müssen, als bei schnellerem Kochen.

Nur wenn man zu viel Kristalle beim Kornbilden erhalten hat oder wenn sich später durch fehlerhafte Leitung des Verkochens neue, feine Kristalle gebildet haben, kann und soll man soviel Dicksaft zuziehen, daß der Muttersirup untersättigt wird und die zuviel erzeugten Kristalle auflöst. Man bewirkt eine solche Verdünnung dann häufig nicht durch Dicksaft, besonders wenn dieser an und für sich schon eine große Dichte hat, sondern durch Einziehen von heißem Wasser, welches hauptsächlich am Schlusse des Verkochens zuweilen notwendig wird, um die Füllmasse rein abzukochen.

Mit dem Fortschreiten des Verkochens wachsen die Kristalle immer mehr, und die Reinheit des Muttersirups sinkt. Es ist daher nicht nur erlaubt, sondern sogar als vorteilhaft geboten, den Übersättigungskoeffizienten des Muttersirups auf 1,2 und allmählich noch höher zu halten, bis er schließlich vor dem letzten Saftzuzug eine Höhe von etwa 1,3 erreicht.

Die Kunst des Kochens besteht nun darin, aus den äußeren Anzeichen, nämlich der **Fadenprobe** und dem Fließen der Füllmasseproben, unter Berücksichtigung der Temperatur und der Durchsichtigkeit des die Kristalle umgebenden Sirups stets die richtige Übersättigung zu finden und diese in der Masse einzuhalten. Die meisten Kocher kochen mit stoßweisem Zuzug von Dicksaft, weil diese Art und Weise größere Zuverlässigkeit besitzt, wenn Luftleere und Druck des Heizdampfes häufig in ihrer Höhe wechseln, wie es meistens der Fall ist. Wo aber diese beiden Umstände fast ganz gleichmäßig bleiben und der Dicksaft auch von stets gleicher Dichte ist, ist das Verkochen mit ununterbrochenem Saftzuzug einfacher. Der Heizdampfzutritt muß so geregelt werden, daß die Verdampfung des Wassers nicht zu schnell vor sich geht, sodaß also nach jedem Saftzuzug der Zucker wirklich Zeit hat, sich an die vorhandenen Kristalle anzulagern, und die Reinheit des Muttersirups ganz gleichmäßig sinkt. Die Zeitdauer des Kochens läßt sich nur auf Kosten der Ausbeute verringern oder es muß bei der nachfolgenden Verarbeitung der Füllmasse in Kristallisatoren oder Kochmaischen das nachgeholt werden, was im Kochapparate versäumt ist. Als Regel muß daher gelten, daß man so langsam wie möglich kocht, jedenfalls

sollte ein Sud nicht weniger als 6—8 Stunden dauern, und es ist derjenige Kochapparat noch nicht der beste, der es möglich macht, einen Sud in wenigen Stunden fertig zu kochen, weil die günstige Wirkung der Zeit durch keine Konstruktion ersetzt werden kann. Um der Verführung, zu schnell zu kochen, welcher der Kocher wohl stets bei Apparaten mit großer Heizfläche unterliegt, zu entgehen, sollten solche Vakuumapparate stets mit Dampf von möglichst niedriger Spannung geheizt werden, was auch aus Gründen der Dampfersparnis und der geringeren Zuckerzerstörung stets vorteilhaft ist.

Die Größe oder der Füllungs-Inhalt der Kochapparate hat keinen Einfluß auf die Güte der Verkochung. Man kann in einem kleinen Apparate eine ebenso gute Kristallisation erzielen wie in einem großen, wenn sie beide richtig konstruiert sind. Die Hauptsache ist eben nur, daß man die Kornbildung mit einer nicht zu großen Füllung beginnt, höchstens mit $^1/_4$—$^1/_8$ der ganzen Füllung, damit die Kristalle bei dem weiteren Verkochen Zeit haben, zu wachsen.

Eine richtig, ohne Sirupzuzug abgekochte Füllmasse soll einen Muttersirup von ungefähr 80—82 Reinheit enthalten. Wenn man die Zeitdauer des Kochens sehr lange ausdehnt, so kann man die Reinheit noch tiefer herunterdrücken, besonders wenn in dem Kochapparat zweckmäßige Rührvorrichtungen angebracht sind. Es erscheint aber fraglich, ob eine solche weitgehende Kristallisation ohne Sirupzuzug im Vakuum vorteilhaft ist, ob nicht vielmehr die weitere Verarbeitung der Füllmasse besser in besonderen Kristallisatoren ausgeführt wird.

Nach dem letzten Saftzuzug beginnt das **Fertigkochen** der Füllmasse. Die Art und Weise, wie dieses ausgeführt werden soll, hängt von der Art der weiteren Verarbeitung ab. Wird die Füllmasse nach der jetzt schon als veraltet zu bezeichnenden Methode in größere oder kleinere Kasten ausgefüllt, so kocht man sie recht stramm auf einen Wassergehalt von etwa 5 v. H. ab. Dieses stramme Abkochen hat den Zweck, die Übersättigung des Muttersirups zum Schluß soweit zu treiben, daß sich schon im Kochapparat, jedenfalls aber sofort beim Ausfüllen eine Menge neuer Kriställchen bildet, die zusammen mit den größeren Kristallen bei der Abkühlung der Füllmasse in den Kasten allen Zucker, welcher auskristallisiert, an sich ziehen. Die zuletzt beim Kochen oder Ausfüllen neu gebildeten Kristalle erreichen aber nur zum kleineren Teil eine solche Größe, daß sie in den Zentrifugen gewonnen werden können; der größere Teil derselben

geht durch die Siebe hindurch in den Sirup. Der Zweck, weswegen ihre Bildung, und zwar bereits im Kochapparat angestrebt werden muß, ist nicht eine wesentliche Erhöhung der Ausbeute, sondern allein der, daß sich die Füllmassen schleudern lassen. Würden die Füllmassen leicht ausgefüllt werden, so würden sich erst in den Kasten beim Abkühlen die feinen neuen Kristalle bilden, die dann aber in so großer Zahl entstehen würden, daß sie kaum mehr wachsen könnten. Der Muttersirup würde daher völlig mit einem feinen Kristallmehl durchsetzt sein, welches das Abschleudern des Sirups erschwert oder unmöglich macht. Ein solches Kristallmehl setzt sich so auf die groben Kristalle oder auf das Zentrifugensieb, daß es eine für den Sirup undurchdringliche Haut bildet. Die beim strammen Abkochen gebildeten Kriställchen sind dagegen weniger reichlich und schon wesentlich größer, sodaß sie keine Haut mehr bilden, sondern, soweit sie nicht zwischen den großen Kristallen aufgefangen werden, sich ohne weiteres abschleudern lassen.

Auch für die gewöhnliche Sudmaischenarbeit muß die Füllmasse stramm abgekocht sein, da hier dieselben Gründe vorliegen, wie für die Kastenarbeit. Eine Erhöhung der Ausbeute ist daher bei dieser Arbeitsweise gegenüber der Kastenarbeit nicht vorhanden, im Gegenteil ist die Ausbeute bei der letzteren häufig größer. Die Vorteile der Sudmaischenarbeit bestehen nur in der Ersparnis an Arbeitslöhnen und in der reinlichen Arbeit.

Eine wesentliche Vermehrung der Ausbeute kann nur durch die neuere Art der Füllmassenverarbeitung in Kristallisatoren, in welchen die Abkühlung und Konzentration des Muttersirups sorgsam geregelt wird, erfolgen. Hierfür muß beim Abkochen der Füllmasse im Vakuumapparat durchaus vermieden werden, daß sich neue Kristalle neben den großen vorhandenen bilden. Der Übersättigungskoeffizient des Muttersirups darf daher 1,3 auch beim Fertigkochen nicht überschreiten. Da nun aber der Muttersirup nach dem letzten Dicksaftzuzug bereits diesen Übersättigungskoeffizienten annähernd hatte, so würde von einem eigentlichen Fertigkochen keine Rede mehr sein können, wenn man nicht zu anderen Mitteln greifen würde. Man zieht nämlich nach dem letzten Dicksaftzuzug ganz allmählich schwach verdünnten, heißen Ablaufsirup ein, welcher von den Füllmassen der vorhergehenden Sude oder Kristallisatoren abgeschleudert ist und in welchem sich feine Kristalle nicht mehr vorfinden dürfen. Dadurch

wird der Muttersirup verdünnt, notfalls sogar soweit, daß feine Kriställchen, die sich in der Füllmasse etwa gebildet haben sollten, wieder aufgelöst werden, und es kann dann langsam weiter gekocht werden. Wenn der Übersättigungskoeffizient des Muttersirups wieder auf 1,3 gestiegen ist, wird stets neuer Sirup zugezogen und dieses Abkochen mit Sirup ungefähr 1—2 Stunden fortgesetzt. Je länger man so abkocht, desto mehr Zucker kristallisiert an die vorhandenen Kristalle an. Da die Bewegung der Masse hierbei infolge der ganz langsamen Verdampfung nur sehr gering ist, so bewähren sich gerade zu dieser Zeit die Vorrichtungen zum Bewegen der Füllmasse, besonders die Bewegung durch den frei einströmenden Dampf.

Der Zucker, welcher während des **Abkochens mit Sirup** an die vorhandenen Kristalle auskristallisiert, kristallisiert aber nicht aus dem zugezogenen Sirup aus, sondern allein aus dem Muttersirup, der vor dem Beginn des Abkochens vorhanden war und eine Reinheit von 80 und darüber hatte. Der zugezogene Sirup hat stets eine wesentlich niedrigere Reinheit und wird nach beendeter Kristallisatoren-Arbeit mit derselben Reinheit wieder abgeschleudert, mit welcher er in den Kochapparat eingezogen wurde. Er ist für die Kristallisation im Kochapparat nur ein Mittel, um der Füllmasse Wasser zuzuführen und dadurch das Abkochen zu verlängern, und ferner für die Kristallisation überhaupt, also im Kochapparat und im Kristallisator, das Mittel, die Füllmasse durch Vermehrung der Muttersirupmenge flüssiger und daher geeigneter für die Verarbeitung zu machen.

Die Schwierigkeit, gute Kocher heranzubilden und eine Kontrolle über sie auszuüben, hat Anlaß gegeben, besondere Kontrollapparate herzustellen, mit deren Hilfe die Verkochung mit größerer Sicherheit ausgeführt werden kann als mittels der nicht sehr zuverlässigen äußeren Merkmale. Diese **Verkochungs-Kontrollapparate** beruhen auf dem Grundsatz, daß der Siedepunkt der Zuckerlösungen und Sirupe mit ihrer Konzentration in einem ganz bestimmten Zusammenhange steht. Der Siedepunkt eines Sirups ist um so höher, je geringer sein Wassergehalt ist und je mehr Nichtzuckerstoffe er enthält. Für Sirupe von gleicher Reinheit ist die Siedepunkterhöhung bei abnehmendem Wassergehalt aber stets dieselbe, sodaß sich allgemein giltige Tabellen für Säfte und Sirupe aufstellen lassen. Der Siedepunkt wird nicht dadurch beeinflußt, daß Kristalle in dem Sirup vorhanden sind; es ist also der Siedepunkt einer Füllmasse immer gleich demjenigen des Muttersirups, welcher die Kristalle

12*

umgibt. Auch durch hohe Saftsäulen, wie sie zum Schluß des Verkochens vorhanden sind, wird der Siedepunkt, soweit er durch das Thermometer angezeigt wird, nicht beeinflußt, wenn für eine genügende Bewegung der kochenden Masse gesorgt wird.

Bestimmt man durch ein Thermometer den Siedepunkt des im Kochapparat siedenden Sirups (Muttersirups) und durch ein Vakuummeter die Luftleere, so kann man mit Hilfe der bekannten Tabellen (siehe Anhang) aus der Luftleere zunächst den entsprechenden Siedepunkt des Wassers und damit die Siedepunkterhöhung, welche der Sirup hervorruft, bestimmen; daraus ergibt sich dann weiter mit Hilfe der Siedepunktstabellen des betreffenden Sirups dessen Wassergehalt.

Die Verschiedenheit der einzelnen Konstruktionen der Verkochungsapparate besteht darin, daß sie mit mehr oder weniger Bequemlichkeit und Sicherheit die sofortige praktische Verwertung der Resultate gewährleisten. Mit der Ermittelung des Wassergehaltes (oder des Gehaltes an Brixgraden bei unvollkommenen Apparaten) ist nämlich für den Betrieb noch wenig erreicht. Mittels besonderer Tabellen muß für jeden Sirup und für die Übersättigung, welche in der betreffenden Kochperiode dieser Sirup haben muß, der Wassergehalt angegeben werden, und erst auf Grund dieser in passenden Skalen zusammengestellten Zahlen kann das Verkochen mit Leichtigkeit ausgeführt werden. Wesentlich vereinfacht wird der Gebrauch der Kontrollapparate noch dadurch, daß man an Stelle des Wassergehaltes direkt die Temperatur auf die Skala aufträgt, welche die kochende Masse in jeder Kochperiode haben muß. Gerade diese letztere Konstruktion, welche die Resultate am raschesten abzulesen gestattet, ist für das Verkochen der Erstprodukt-Füllmassen am geeignetsten.

Mit Hilfe solches Apparates kann jeder zuverlässige Arbeiter das Verkochen in kurzer Zeit lernen und gleichmäßig gute Zucker kochen. Besonders wertvoll ist aber die Kontrolle, welche damit durch den beaufsichtigenden Beamten jeder Zeit ausgeführt werden kann. Wer nicht ständig am Kochapparat steht oder eine längere Lehrzeit daran durchgemacht hat, kann bei der gewöhnlichen Kochmethode den Kocher wenig oder garnicht kontrollieren; dieser ist daher in manchen Fabriken der bei seiner Arbeit selbständigste Beamte. Diesem Zustande, welcher als besonders gut nicht angesehen werden kann, wird mit der Einführung des Kontrollapparates ein Ende gemacht.

Eine praktisch in Betracht kommende Zerstörun, Zucker während des Kochens scheint vollkommen ausgeschlo zu sein, wenigstens unter den gewöhnlichen Umständen. Da sch aus den oben angeführten Gründen eine genügende Bewegung der Füllmassen im Kochapparat und an den Heizflächen vorbei angestrebt wird und tatsächlich auch fast überall erreicht werden kann, so werden sie in ihrer Hauptmasse keine höhere Temperatur annehmen, selbst wenn auch nach veralteter Methode mit Kesseldampf geheizt würde. Bei sehr hohen Apparaten können sich jedoch Unterschiede von etwa 1—2° zeigen, wenn sie keine mechanische Rührvorrichtung haben, und bei sehr stramm gekochten Massen können vorübergehend noch einige Grade höhere Temperaturen dicht an den Heizflächen entstehen. Aber auch an solchen ungünstigen Stellen, die eben nur bei unrichtig konstruierten oder betriebenen Kochapparaten vorhanden sind, können bei der gewöhnlich herrschenden Luftleere von 55—65 cm keine höheren Temperaturen als 85—90° entstehen, vorausgesetzt, daß die Massen sich nirgendwo festbrennen. Bei diesen Temperaturen ist eine irgendwie merkliche Zuckerzerstörung in alkalischen Füllmassen völlig ausgeschlossen. Selbst wenn man annimmt, daß Teile der Füllmasse vorübergehend an den Heizflächen noch höhere Temperaturen annehmen, so können diese höchstens diejenigen des Heizdampfes erreichen, und dieser Heizdampf hat bei Verwendung von Brüdendampf höchstens eine Temperatur von 115—120°, also auch nur eine solche, bei welcher größere Mengen Zucker nicht zerstört werden. Gegenteilige Beobachtungen, die man gemacht haben will, können nur unter ungewöhnlichen Umständen zutreffend sein, oder die betreffenden Versuche sind mit unvollkommenen Methoden ausgeführt, denen jede Beweiskraft fehlt. Zu beachten ist noch, daß gerade zu der Zeit, wo die Bewegung der Massen am geringsten, die Möglichkeit einer Überhitzung infolgedessen am größten ist, ungefähr drei Viertel des Zuckers auskristallisiert ist, also durch die Wärme nicht mehr leidet. Bei einer merklichen Zuckerzerstörung im Muttersirup müßte ferner ein starker Alkalitätsrückgang stattfinden, da durch 1 Teil zerstörten Zuckers 0,4 Teile Kali oder 0,25 Teile Kalk gebunden werden. Solch ein starker Rückgang der Alkalität findet jedoch nicht statt und der geringe tatsächlich festzustellende ist zum größeren Teil auf die Umsetzung der Nichtzuckerstoffe und auf das Entweichen von Ammoniak zurückzuführen. Verkocht man aber neutrale oder saure Dicksäfte, so kann

des Verkochens und bei höheren Temperaturen ..s Heizdampfes eine wesentlich größere Menge ..den.

..echanische Zuckerverluste durch Überreißen treten während des normalen Kochens nicht auf. Aus der zähflüssigen Füllmasse bilden sich niemals kleine, feine Tröpfchen, welche mit den Brüden mitgerissen werden, sondern es werden beim Aufsteigen und Platzen der Dampfblasen an der Oberfläche der kochenden Masse nur größere Teile losgelöst, welche infolge ihrer Schwere sofort wieder zurückfallen. So lange der Dicksaft eingedickt wird, wenn also die Masse noch weniger zähflüssig ist und kleine Tröpfchen sich bilden können, ist der Steigraum ein großer und genügender, während ein größerer Steigraum für die beinahe fertig gekochte Füllmasse unter normalen Umständen nicht nötig ist. Immerhin sollte man noch eine Höhe des Steigraumes von 1—2 m über der höchsten Füllung vorsehen. In außergewöhnlichen Fällen kann nämlich starkes Schäumen auftreten. Entweder ist die Beschaffenheit der Säfte daran Schuld oder es tritt bei normalen Säften dann auf, wenn die Luftleere plötzlich stark steigt, wenn z. B. nach einer Störung im Kondensatorbetriebe (Wassermangel) oder an der Luftpumpe die gesunkene Luftleere wieder ansteigt. Die Füllmasse ist dann über die Siedetemperatur, welche der vergrößerten Luftleere entspricht, erhitzt und gibt ganz plötzlich ihren Wärmeüberschuß durch Bildung vieler Dampfblasen ab. In solchen Fällen ist große Vorsicht nötig, um zu verhüten, daß nicht ein Teil der Füllmasse in die Brüdenleitung gelangt, in welcher sie dann zum Kondensator mitgerissen wird. Reichliches Einlassen von Luft, um die Luftleere zu erniedrigen, Schließen des Brüdenventiles und ganz langsames Öffnen desselben, um die Luftleere ganz allmählich im Kochapparat steigen zu lassen, und schließlich auch Zugabe von Fett, bis ruhiges und gleichmäßiges Kochen wieder eintritt, sind die Mittel, um das Überschäumen zu verhüten.

Zuckerverluste durch undichte Schlangen oder Heizrohre können ebenfalls vorkommen, und zwar in größerer Menge als bei den Verdampfapparaten, weil bei dem jedesmaligen Ausfüllen Füllmasse durch die undichte Stelle in den Heizraum und in das kondensierte Wasser gelangt. Man sollte daher sehr häufig, besonders beim Anstellen der Kochapparate, das kondensierte Wasser auf einen Zuckergehalt prüfen.

Größere Undichtigkeiten der Heizflächen machen sich übrigens schon beim Verkochen bemerklich, indem das kondensierte Wasser

zum Teil in die Füllmasse übertritt, wodurch die Kornbildung das Verkochen überhaupt sehr verlangsamt wird.

Zu den unangenehmsten **Störungen beim Verkochen** gehört das sogenannte **Schwerkochen,** welches sich je nach dem Grade, in welchem es auftritt, als verlangsamtes Kochen oder in einem völligen Stillliegen der Füllmasse oder des Dicksaftes äußert. Es tritt nur bei der Verarbeitung von Dicksäften geringerer Reinheit auf, die aus unreifen oder verdorbenen Rüben gewonnen sind. Die eigentlichen Ursachen dafür sind noch nicht ganz klar gelegt. Die einen führen das Schwerkochen auf die Kalksalze zurück, welche dabei stets in vergrößerter Menge vorhanden sind, während die anderen es der Gegenwart organischer Bestandteile, welche im Verhältnis zur Aschenmenge ebenfalls in stärkerer Menge vorhanden sind, zuschreiben, besonders Stoffen, die von den Pectinsubstanzen der Rübe herstammen. Beide Ansichten lassen sich insofern vereinigen, als größere Mengen Kalksalze in den Säften stets dann vorhanden sind, wenn die organischen Stoffe sich in ihnen infolge der schlechten Beschaffenheit der Rüben vermehren.

Eine Vermehrung der Kalksalze innerhalb gewisser Grenzen bedingt aber nicht das Auftreten des Schwerkochens im Kochapparat. Kalksalze, die z. B. durch Zerstörung des Invertzuckers und stickstoffhaltiger Stoffe durch Ätzkalk entstehen, schaden beim Verkochen nicht; diese Kalksalze haben noch den Vorzug, daß sie geringere Melassebildner als die organischen Kalisalze sind. Es ist somit klar, daß alle Kalksalze nicht ohne weiteres als die Ursache des Schwerkochens angesehen werden dürfen und daß ein Schluß von dem Kalkgehalt der Dicksäfte auf das Verkochen derselben unzulässig ist.

Das Schwerkochen wird also entweder durch sehr große Mengen von Kalksalzen oder durch gewisse organische Nichtzuckerstoffe, von denen ein Teil an Kalk gebunden ist, veranlaßt. Diese schädlichen, organischen Nichtzuckerstoffe sind jedenfalls solche, welche bei der Diffusionsarbeit aus den unreifen oder schlechten Rüben erst aufgelöst werden. Ihre Menge nimmt natürlich zu, wenn langsam und mit hohen Temperaturen gearbeitet wird. Durch beschleunigte Arbeit in der Diffusion wird man dem Schwerkochen der Dicksäfte daher in einem gewissen Grade vorbeugen oder es wenigstens auf ein geringeres Maaß zurückführen können. Die größten Mengen dieser schädlichen

Nichtzuckerstoffe löst man selbstverständlich beim Absüßen der Batterie auf; infolgedessen zeigen die letzten Sude der Woche die Erscheinung des Schwerkochens in verstärktem Maaße.

Dicksäfte, die ungenügend saturiert sind, also noch Kalk an Zucker gebunden enthalten, verkochen sich stets schlecht; auch aus diesem Grunde müssen die Dicksäfte sorgfältig saturiert werden. Da der Zuckerkalk so schädlich auf das Verkochen wirkt, so ist wohl der Schluß gerechtfertigt, daß von den Kalksalzen hauptsächlich solche das Schwerkochen veranlassen, welche den Kalk an organische Säuren von hohem Molekulargewicht gebunden enthalten, zu welchen Säuren wohl hauptsächlich die aus den Pectinstoffen stammenden gehören.

Als **Abhilfe gegen das Schwerkochen** wird, abgesehen von der Abänderung der Diffusionsarbeit, der Zusatz von Soda oder saurem schwefeligsaurem Natron empfohlen, um die organischen Kalksalze in die entsprechenden Natronsalze überzuführen. Wenn dieses Mittel auch nicht immer hilft, so ist seine Anwendung doch anzuraten. Man setzt die Natronsalze am besten dem Dicksaft oder schon dem Dünnsaft zu, um den sich ausscheidenden kohlensauren oder schwefeligsauren Kalk abfiltrieren zu können. Man hat aber nicht nötig, die ganze Menge der vorhandenen Kalksalze durch die Natronsalze umzusetzen, sondern es genügt, wenn das Mittel überhaupt wirkt, ein Viertel bis die Hälfte der theoretisch berechneten Menge Natronsalze zuzusetzen, da die schädlichen Kalksalze anscheinend zuerst umgesetzt werden. Im übrigen ist es selbst bei einem Überschuß von Soda nicht möglich, alle Kalksalze zu zersetzen.

Ein weiteres Mittel, welches in allen Fällen des Schwerkochens sehr gute Dienste leistet, ist die künstliche Bewegung der Massen im Kochapparat, besonders diejenige, welche durch Dampf erzeugt wird, welcher in den untersten Teil des Apparates durch Verteilungsvorrichtungen frei einströmt. Es können so beliebig viele Dampfblasen durch die Massen getrieben werden, welche sie in eine recht gleichmäßige Bewegung setzen, sodaß die Wärmeübertragung und die Kristallisation schließlich zufriedenstellend vor sich gehen.

Mit dem Schwerkochen tritt als Folge der schweren Beweglichkeit der Massen und der unregelmäßigen Wärmeübertragung meistens ein **starkes Schäumen** auf. Auch hiergegen ist der frei einströmende Dampf, da er die Ursachen beseitigt, das beste Mittel und jedenfalls zunächst anzuwenden, ehe man zum Fettzusatz greift.

Durch fehlerhafte Behandlung mancher Kochapparate kann ein weiterer Übelstand auftreten, nämlich die Bildung harter **Füllmasseknoten.** Diese harten Knoten entstehen hauptsächlich bei Beginn des Verkochens in solchen Kochapparaten, in welchen die Heizflächen zu dieser Zeit nicht ganz mit Saft bedeckt sind. Die konzentrierten Säfte spritzen dann gegen die überstehenden Teile der Heizflächen (Schlangenrohre), die Tropfen kleben fest und es kristallisiert Zucker aus ihnen aus, der sich zusammen mit dem Sirup immer fester an die Heizfläche legt, besonders wenn diese bei nicht ganz dichten Dampfeingangventilen stets etwas Heizdampf erhält. Die angespritzte Masse klebt jedenfalls an vielen Stellen so fest an der Heizfläche, daß sie sich nicht mehr davon loslöst, wenn sie später auch ganz in der kochenden Masse liegt. Auflösen kann sich die angeklebte Masse natürlich auch nicht, da sie stets von übersättigten Säften umgeben ist; wenn dann allmählich Heizdampf in die oberen Heizflächen eingelassen wird, so brennt sie sich fest auf die Schlangenrohre und bildet harte Schalen oder in den Ecken der Schlangenhalter oder an den Flanschen harte Stücke von oft beträchtlicher Größe, die stets einen kristallinischen Bruch haben. Infolge des Temperaturwechsels, besonders beim Anstellen des Heizdampfes, springen die Schalen oder Stücke, wenn sie eine gewisse Dicke erreicht haben, ab und gelangen in die Füllmasse und in den Zucker, aus welchem nur die gröberen Stücke ausgesiebt werden, während die kleineren Schalenstückchen nicht daraus entfernt werden können. Harte Füllmasseknoten können ferner auch in dem unteren Teil des Kochapparates entstehen, wenn die Schlangen oder Rohre so eng zusammenstehen, daß die Bewegung der Füllmasse gehemmt wird und die Masse auf der Heizfläche festbrennt.

Daß solche Füllmasse-Klumpen und Schalen in dem Kochapparat entstanden sind und nicht erst später, erkennt man daran, daß sie auf der inneren glatten Seite noch genau die Rundung der Schlangen oder Rohre zeigen. Diejenigen Schalen, welche im oberen Teil entstanden sind, zeigen stets oder meistens eine fein kristallinische Beschaffenheit, während die Füllmasseknoten, welche zwischen den Schlangen aus der strammen Füllmasse entstanden sind, grobkristallinisches Gefüge haben.

Vermieden wird die Schalenbildung natürlich am besten dadurch, daß man Kochapparate mit richtig gebauten Heizflächen benutzt. In Apparaten mit senkrecht stehenden Röhren, die von Anfang an mit

Saft bedeckt sind, bilden sich niemals Schalen. In den Apparaten mit Schlangen und ähnlichen Heizvorrichtungen entstehen bald mehr, bald weniger Knoten und Schalen; hier hat man darauf zu sehen, daß sie nicht in den Rohzucker gelangen. Zu diesem Zwecke müssen die Ansätze, die auf den Schlangen sich gebildet haben, nach dem Ausfüllen jedes Sudes aufgelöst werden, ehe das neue Sud begonnen wird. Die Schalen im Dicksaft aufzulösen, gelingt nicht, da dieser meistens allzu schnell so konzentriert wird, daß er nichts mehr auflöst. Man bringt daher über den Stellen der Heizfläche, wo sich erfahrungsgemäß die Schalen ansetzen, gelochte Dampfrohre an, welche den Dampf gegen die Schalen strömen lassen, wodurch sie aufgelöst werden. Das Ausdämpfen durch diese gelochten Schlangen muß so lange ausgeführt werden, bis sich jeder Füllmasseansatz von den Schlangen sicher gelöst hat; Schalen oder Knoten können dann nicht mehr in die Füllmasse gelangen. Häufig springen aber Schalenstücke bei diesem Ausdämpfen ab; dann ist zu empfehlen, entweder das Ausdämpfwasser mit allen Füllmasseresten getrennt aufzufangen und wieder dem Dicksaft zuzuführen oder es durch ein Sieb laufen zu lassen, auf welchem die Schalenstücke zurückbleiben.

Gegen die Bildung von Füllmasseknoten im unteren Teil des Kochapparates wirkt der bereits mehrfach empfohlene, frei einströmende Dampf sehr vorteilhaft ein. Außerdem muß zu ihrer Verhütung, falls der Kochapparat sehr eng zusammenliegende Schlangen oder Rohre hat, nach jedem Sud auch von unten her, am besten durch die Schlange für den frei einströmenden Dampf, stark ausgedämpft werden.

Auch in anderer Hinsicht ist dieses kräftige **Ausdämpfen** des Kochapparates von oben und von unten nach jedem Sud sehr vorteilhaft. Da stets etwas Füllmasse bei dem Ausfüllen im Apparat auf vorspringenden Teilen, Heizflächen etc. liegen bleibt und die Kristalle sich nicht oder nur unvollkommen in dem eingezogenen Dicksaft lösen, wenn er bereits stark konzentriert ist, so würde sich beim Verkochen stets etwas sehr grobes Korn neben den neu zu bildenden Kristallen zeigen, was für viele Zwecke wenig wünschenswert ist. Durch Ausdämpfen wird die zurückbleibende Füllmasse so verflüssigt, daß sie ausläuft oder auch aufgelöst wird.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, eine besondere Ausdämpfvorrichtung in Gestalt eines gelochten Dampfrohres für die Augengläser des Kochapparates anzubringen. Da diese Augengläser stets

etwas nach außen vorstehen, so setzt sich gerade hinter ihnen in der Höhlung Füllmasse fest, die meistens weder durch das gewöhnliche Ausdämpfen entfernt, noch durch den frisch eingezogenen Dicksaft aufgelöst oder abgespült wird. Reine Augengläser sind jedoch für den Kocher sehr wertvoll und daher empfiehlt es sich sehr, nach jedem Ausfüllen durch das passend gelagerte Dampfrohr feine Dampfstrahlen solange gegen die Gläser blasen zu lassen, bis sie rein geworden sind. Wenn die Löcher des Dampfrohres fein genug sind, ist nicht zu befürchten, daß die Gläser beim Ausdämpfen springen.

Die dünne Masse, welche während des Ausdämpfens aus dem Kochapparat fließt und zuletzt bei sehr lange währendem Ausdämpfen nur einen dünnen Saft bildet, läßt man bei Kastenarbeit in besondere Kasten laufen; bei der Arbeit mit Kristallisatoren dient sie zum Verdünnen der meistens zu stramm abgelassenen Füllmasse. Ein getrenntes Auffangen des Ausdämpfsaftes erscheint im allgemeinen nicht notwendig, weil der Übersättigungskoeffizient des dadurch verdünnten Muttersirupes immer noch so hoch bleibt, wie es für die Verarbeitung wünschenswert ist.

Abänderungen von der üblichen Art und Weise des Verkochens gibt es kaum, wenn von den wechselnden, aber wenig wesentlichen Kunstgriffen der Kocher, die gewöhnlich auch nur für die betreffende Fabrik oder sogar nur für den einzelnen Kochapparat Wert haben, abgesehen wird. Anzuführen ist vielleicht nur, daß man zur Erzielung recht großer Kristalle ein bis zum letzten Dicksaftzuzug fertig gekochtes Sud auf 2 Kochapparate verteilt oder die Hälfte abläßt und mit der anderen Hälfte weiter verkocht.

In einigen Fabriken hält man es für vorteilhaft, nur **ein Zuckerprodukt** (Rohzucker erstes Produkt oder richtiger Kornzucker) **und Melasse** herzustellen. Unter dieser Arbeitsweise kann natürlich nicht das Vermischen von Rohzucker erstes Produkt mit Nachproduktzucker verstanden werden, wie es in einigen Ländern zum Schaden der Güte des Zuckers üblich ist. Es handelt sich dabei vielmehr darum, sämtliche Sude mit der Verkochung von Dicksaft zu beginnen und erst später durch Zuzug von Sirup und verlängerte Dauer des Kochens die Entzuckerung genügend weit zu treiben, sodaß in den Kristallisatoren der Muttersirup bis zur Melassereinheit entzuckert wird,

Gewöhnlich arbeitet man in der Weise, daß man zunächst einige Sude in gewöhnlicher Weise kocht. Hat sich dann genug Ablaufsirup angesammelt, so wird Dicksaft zu einer feinkörnigen

Füllmasse verkocht, sodaß der Kochapparat ungefähr halb gefüllt ist und nun unter Sirupzuzug weiter gekocht wird, wie später bei dem Verkochen des Nachproduktsirups auf Korn angegeben ist. Die Dauer eines solchen Sudes ist auf mindestens 20—24 Stunden anzunehmen, und für die Kristallisatorarbeit sind mindestens 4 Tage nötig, wenn ein melasseähnlicher Ablauf erhalten werden soll. Der aus der so erhaltenen Füllmasse gewonnene Zucker ist grobkörnig, wie normaler Rohzucker erstes Produkt, und auch von ähnlich hohem Rendement, sodaß er in dieser Beziehung den aus den vorhergehenden Suden gewonnenen Zuckern gleichwertig ist. Aber es besteht der für die Raffination sehr wesentliche Unterschied, daß die Kristalle nicht weiß geschleudert werden können. Werden solche Zucker, welche gewöhnlich mit denjenigen der normal verkochten Sude gemischt werden, geringer bewertet, so erscheint es zweifelhaft, ob diese Arbeitsweise gewinnbringend ist. Sache der Rechnung, und zwar einer sehr genauen und alle Umstände berücksichtigenden, ist es, zu entscheiden, ob man diese Arbeitsweise einführen soll oder nicht.

Zur Ausführung dieser Kochmethode gehört ein geschickter und zuverlässiger Kocher. Gleichmäßig gute Ergebnisse werden aber nur mit Hilfe der Verkochungs-Kontrollapparate erhalten, welche mit den für diese Arbeitsweise nötigen Skalen versehen sind.

XVI.

Die Verarbeitung der Füllmasse.

Bei dem Ausfüllen der Füllmasse in Kasten oder gewöhnliche Sudmaischen kann von einer geregelten Kristallisation der Füllmasse keine Rede sein. Die einzige Vorsichtsmaßregel, welche man zu treffen hat, ist die, daß die Abkühlung nicht zu schnell vor sich geht. Wie bereits erwähnt, kristallisiert aus dem Muttersirup Zucker zum Teil noch an die vorhandenen großen Kristalle an, außerdem aber auch an die während des Abkochens und Ausfüllens oder beim Abkühlen neu gebildeten Kriställchen, welche nur zum kleinsten Teile gewinnbar sind. Den Hauptzweck der Füllmasseverarbeitung, eine wesentliche Vermehrung der Ausbeute, erreicht man also weder bei

der Kastenarbeit, noch bei der Sudmaischenarbeit. Es kommt hier nur darauf an, die Füllmasse in einen gut schleuderbaren Zustand zu bringen.

Bei der **Kastenarbeit** werden die aus den Kasten durch Luftdruck entfernten Füllmasseblöcke, welche je nach der Art des Abkochens und der Abkühlung eine mehr oder weniger bröcklige oder harte Masse bilden, in den kleinen Maischen zerkleinert und mit mehr oder weniger Sirup aufgemaischt. Je nach dem Grade der Abkühlung der Füllmasse nimmt man heißeren oder kälteren, dünneren oder dickeren Sirup. Sollten sich sehr viele, mehlartige Kriställchen gebildet haben, sodaß das Schleudern sehr schlecht geht, so muß man soviel heißen und dünnen Sirup zusetzen, daß diese kleinen Kriställchen wieder gelöst werden. Es gibt überhaupt kein anderes Merkmal für die Menge des Sirupzusatzes, als die bessere oder schlechtere Schleuderarbeit; daß unter solchen Umständen, da die Arbeiter meistens im Stücklohn arbeiten, stets zu viel und zu dünner oder heißer Sirup zugesetzt wird, ist klar.

Auch bei der gewöhnlichen **Arbeit mit Sudmaischen** kann eine Regelung der Temperaturen, die erste Vorbedingung für eine gute Kristallisation, nicht stattfinden. Die ausgefüllten Massen werden möglichst schnell auf die für die Schleuderarbeit günstigste Temperatur von etwa 40—50 ° gebracht, indem gleichzeitig so viel Wasser oder verdünnter Sirup zugesetzt wird, daß die Masse leicht beweglich bleibt. Vor der Kastenarbeit hat die Sudmaischenarbeit nur den Vorteil, daß sie eine reinliche Arbeit im Zuckerhause gestattet. Dagegen ist die Ausbeute bei der Kastenarbeit meistens größer, der abgeschleuderte Sirup also meistens von geringerer Reinheit. Bei beiden Arbeitsweisen ist die Reinheit des Ablaufsirups aber selten unter 78—80.

Eine **rationelle Verarbeitung der Füllmasse,** aber auch nur der richtig mit Sirup abgekochten, kann allein bei systematischer Regelung der Temperaturen und der Konzentration geschehen. Nur dann kann man die Ausbeute an Zucker aus der Füllmasse bis zu einer gewissen Grenze steigern und die Reinheit des Ablaufsirups entsprechend verringern.

Diese weitere Verarbeitung der Füllmasse beruht auf dem Grundsatze, daß aus jedem Sirup, der nicht zu stark übersättigt ist, der Zucker nur an die in genügender Menge vorhandenen Anregekristalle ankristallisiert und daß ein gesättigter oder schwach übersättigter Sirup

durch Abkühlen wieder stärker übersättigt wird. Die Aufgabe besteht also darin, die Abkühlung der Füllmasse so zu leiten, daß der Übersättigungskoeffizient des Muttersirups die Grenze, bei welcher er zur Bildung neuer Kristalle neigt, unter keinen Umständen überschreitet, daß andererseits aber auch die Abkühlung schnell genug fortschreitet, sodaß der Koeffizient noch mindestens 1,05—1,1 bleibt, weil die Kristallisation bei einer zu geringen Übersättigung zu langsam verläuft. Die Kristallisation geht demnach nach dem Ausfüllen zunächst deshalb vor sich, weil die Füllmasse mit mehr oder weniger stark übersättigtem Muttersirup ausgefüllt ist, und wird erst dann, wenn diese Übersättigung nach einiger Zeit vermindert ist, durch die Abkühlung veranlaßt. Hauptbedingung für die ganze Arbeit ist natürlich, daß die Temperatur und Konzentration an allen Stellen der Füllmasse dieselbe ist, daß also die Massen genügend bewegt werden.

Über die **Wirkung der Bewegung** der Füllmassen durch Rühren oder auf andere Weise herrscht meistens die Anschauung, daß durch diese Bewegung unmittelbar die Kristallisation beeinflußt wird. Diese Ansicht ist aber unrichtig. An die Kristalle können nur die unmittelbar ihnen anliegenden Zuckerteilchen ankristallisieren. Ist diese Schicht erschöpft, so ist sie weniger konzentriert geworden und daher treten sofort Diffusionsvorgänge zwischen ihr und der nächstfolgenden Sirupschicht auf. Je günstiger die Verhältnisse für diese Diffusion sind, desto schneller findet die Kristallisation statt. Da das größte Hindernis für die Diffusion die **Zähflüssigkeit** ist, so erhöhen alle Umstände, die diese herabmindern, die Schnelligkeit der Auskristallisation. Die Zähflüssigkeit steigt nun außerordentlich mit der Höhe der Übersättigung und der Abnahme der Temperatur. Daher ist es von großer Bedeutung, bei der Kristallisation stets die richtige, nicht zu hohe Übersättigung und die richtige Temperatur zu wählen.

Auf alle diese Verhältnisse hat das Rühren direkt keinen Einfluß; es bewirkt nur eine gleichmäßige Temperatur und eine im großen Durchschnitt gleiche Dichte der Masse. Diese Wirkung ist natürlich auch von großer Bedeutung, da sie besonders die Bildung neuer Kristalle verhindert und die vorhandenen gleichmäßig verteilt in der Masse hält; das Rühren befördert also nur mittelbar die Kristallisation, die unmittelbar allein von Diffusionsvorgängen abhängig ist.

Zur Ausführung der Füllmasseverarbeitung dienen **Kristallisatoren,** welche meistens liegende, geschlossene, zylindrische Behälter sind, die mit Doppelmantel oder anderen Vorrichtungen zum Anwärmen

oder Kühlen versehen sind und im Innern Rührvorrichtungen haben oder selbst um eine Achse drehbar sind. Die Zuführung der Füllmasse vom Kochapparat geschieht, wenn dieser höher steht, durch Rinnen, sonst muß die Füllmasse durch Luftdruck aus dem Kochapparate nach dem Kristallisator gedrückt oder durch Erzeugung einer Luftleere im letzteren hoch gesaugt werden. Die Füllmassen ersten Produktes durch Pumpen zu fördern, empfiehlt sich nicht, weil sie sich in den Rohrleitungen dabei zu sehr abkühlen oder auch schaumig werden.

In den Kristallisatoren kann auf zweierlei Weise gearbeitet werden. Bei der einen wird die Füllmasse mit ziemlich stark übersättigtem Muttersirup ausgefüllt, sodaß der Übersättigungskoeffizient ungefähr 1,3 ist. Eine solche Füllmasse, welche 6—7 v. H. Wasser enthält, darf zu Anfang nicht abgekühlt werden, sondern muß mehrere Stunden auf der Ausfülltemperatur von 75—80⁰ gehalten werden; denn die Übersättigung ist eine so große, daß sofort neue Kristalle entstehen würden, wenn sie durch Abkühlung der Massen vergrößert würde. Erst wenn der Übersättigungskoeffizient infolge der Auskristallisation des Zuckers auf 1,1—1,2 gesunken ist, kann ganz langsam abgekühlt werden. Ist die Temperatur nach 18—24 Stunden auf 60⁰ gesunken, so muß man soviel verdünnten Sirup zusetzen, daß die Masse leichtflüssig genug wird, um geschleudert werden zu können. Die Arbeit ist beendet, wenn die Temperatur auf 55⁰ gesunken ist.

Da bei der Arbeit mit so stramm eingekochten Füllmassen leicht Fehler gemacht werden, so zieht man gewöhnlich die Arbeit mit dünneren Massen vor. Selbstverständlich kann man auch hierbei die Füllmasse so stramm einkochen, daß der Muttersirup einen Übersättigungskoeffizienten von 1,3 hat, und das ist auch stets zu empfehlen. Nach dem Ausfüllen läßt man aber das Ausdampfwasser zu der Füllmasse in den Kristallisator laufen oder setzt etwas heißen verdünnten Sirup zu, sodaß der Übersättigungskoeffizient des Muttersirups auf ungefähr 1,15—1,2 sinkt. Diese weniger stramme Masse hat dann einen Wassergehalt von 8—8$^1/_2$ v. H. und kann sofort und verhältnismäßig schnell abgekühlt werden, sodaß sie in 15—20 Stunden die Schleudertemperatur von 45—55⁰ erreicht, ohne daß sich neue Kristalle bilden und ohne daß nochmals verdünnt wird.

Natürlich kann man bei dieser Arbeitsweise nicht dieselbe Ausbeute erzielen, wie mit den strammen, unverdünnten Füllmassen. Bei der Verarbeitung leichterer Massen erreicht man gewöhnlich eine

Reinheit des Ablaufsirups von 75 und nur, wenn im Kochapparat [illegible] Zeit mit Sirup abgekocht ist, eine niedrigere, während es bei [illegible] Massen möglich ist, die Reinheit unter 70 zu bringen. Es gehört indessen eben eine größere Aufmerksamkeit dazu, und wenn man diese nicht darauf verwendet, so erhält man schlecht schleuderbare Massen, die nur durch Anwärmen und Verdünnen schleuderbar gemacht werden können, wobei aber so viel Zucker aufgelöst wird, daß die Ausbeute sehr verschlechtert wird.

Eine von der Arbeit mit Kristallisatoren äußerlich verschiedene, im wesentlichen aber übereinstimmende Arbeit ist diejenige in den sogenannten **Kochmaischen.** Diese sind luftdicht abzuschliessende Kristallisatoren, in denen die im Kochapparate leicht ohne Sirupzuzug abgekochte Masse ganz langsam unter Luftleere und unter gelegentlichem Zuzug von verdünntem Sirup weiter verkocht und schließlich abgekühlt wird. Die Kochmaische wirkt also anfangs wie ein Vakuum-Kochapparat mit sehr kleinen Heizflächen und später als Kristallisator.

Die Auskristallisation des Zuckers wird in der Kochmaische zunächst nur durch langsames Verdampfen veranlaßt und erst zum Schluß durch Abkühlung. Theoretisch soll die Verdampfung so vor sich gehen, daß die Übersättigung des Muttersirups stets auf der günstigsten Höhe von etwa 1,2—1,3 gehalten wird, und wenn dieses praktisch durchzuführen wäre, so würde die Kochmaischenarbeit unstreitig die schnellste Kristallisation herbeiführen und der Kristallisatoren-Arbeit vorzuziehen sein. Tatsächlich fehlt es aber an einem Mittel, die Einhaltung der richtigen Übersättigung zu überwachen. Es werden fast stets neue Kriställchen gebildet, die durch Zuzug von dünnem Sirup gelöst werden müssen, wodurch natürlich die ganze Stetigkeit der Kristallisation gestört wird. Man erreicht daher mit der Kochmaische in der Praxis gewöhnlich keine bessere und schnellere Entzuckerung als mit den Abkühlungs-Kristallisatoren.

Nach welcher Art und Weise man auch die Füllmasse verarbeiten mag, die Kristallisation geht niemals so schnell vor sich, wie beim Verkochen, weil die Muttersirupe bereits eine niedrigere und stetig sinkende Reinheit haben. Es scheint bei normaler Arbeitsweise nicht vorteilhaft, die Entzuckerung der Muttersirupe in den Füllmassen ersten Produktes zu weit zu treiben, weil dazu eine unverhältnismäßig große Zahl von Kochapparaten mit Rührwerken und von Kristallisatoren oder Kochmaischen notwendig sein würde. Man begüngt sich meistens

ɜr Reinheit des Ablaufsirups von 75; nur wenige ꞁ ɩuf 70—72 hinunter, viele dagegen bleiben noch über ʒen ist im Interesse der Herstellung eines guten Rohzuckers, völlig weiß schleudern und leicht raffinieren läßt, eine zu ɜnde Entzuckerung des Ablaufsirups auch nicht wünschenswert.

:e Höhe der Sirupreinheit hängt allerdings nicht nur von ɜitsweise und von der Zeitdauer der Kristallisation ab, sondern cht unwesentlich von der Menge und Größe der vorɩen Kristalle. Je feiner die Kristalle sind, desto mehr ɩgsfläche bietet ein gleiches Gewicht derselben und desto r kristallisiert Zucker an sie an. Während 1 kg eines sehr nigen Rohzuckers eine Gesamt-Oberfläche der Kristalle von r 3 qm hat, hat die gleiche Gewichtmenge eines feinɪ. Zuckers eine Oberfläche von ungefähr 7 qm. Will man ine möglichst schnelle Entzuckerung ohne jede andere Rückreichen, so muß man mit vielen und feinen Kristallen arbeiten. rstellung grobkörniger Zucker bei gleicher Entzuckerung des :rupes erfordert stets mehr Zeit und daher einen größeren n den Kochapparaten und Kristallisatoren.

XVII.

Die Schleuderarbeit.

Venn die Füllmassen I. Produktes richtig verkocht und verarbeitet ɔ bieten sich bei der Trennung des Sirups von den Kristallen Zentrifugen keine Schwierigkeiten dar; die Schleuderarbeit ist ine der einfachsten Verrichtungen des ganzen Betriebes.

)ie zum Abschleudern des Sirups dienenden **Zentrifugen** . hängende oder stehende sein. In Deutschland werden ɹr die letzteren benutzt, obwohl die hängenden in mancher ɩt Vorteile haben. Während früher die Trommel der Zentrifugen ɜinen Durchmesser von ungefähr 800 mm hatte und für 'üllung von 80—100 kg Füllmasse ausreichte, nimmt man ɩeistens Zentrifugen von größerem Durchmesser für Füllungen 50—500 kg Füllmasse und mit unterer Entleerung. Man

spart bei diesen sehr erheblich an Arbeitskräften. Die Versuche, Zentrifugen mit ununterbrochenem Betrieb herzustellen, haben bisher nicht zu einem befriedigenden Erfolg geführt.

Für eine gute Schleuderarbeit ist die Lochung der Siebe, welche in die Zentrifugentrommeln eingelegt werden, von einiger Bedeutung. Damit diese Siebe sich nicht fest gegen die Trommelwand legen können, wodurch ein großer Teil der Löcher oder Schlitze unwirksam werden würde, muß unter jedes Sieb ein weitmaschiges Unterlagesieb gelegt werden, welches den nötigen Zwischenraum zwischen Sieb und Trommelwand herstellt. Die Löcher oder Schlitze der Siebe müssen möglichst fein sein, aber auch wieder nicht allzu klein, damit sie sich nicht durch die Kristalle verstopfen. Für jede Fabrik muß die passendste Größe derselben ausprobiert werden. Es scheint keine großen Vorteile zu bieten, wenn die Löcher oder Schlitze konisch sind oder wenn sonstige, sogenannte Verbesserungen angebracht werden; die Hauptsache ist die Form und Größe der Löcher oder Schlitze auf der Innenseite. Glatte Siebe, aus Blechen hergestellt, werden im allgemeinen den gewebten Sieben vorgezogen.

Die **Füllmasse** wird den Zentrifugen, wenn die Maischen oder Kristallisatoren höher stehen, durch Rinnen oder fahrbare Breikutschen zugeführt; stehen die Füllmassebehälter auf gleicher Höhe oder niedriger, so wird die Füllmasse entweder durch Luftdruck aus luftdicht abzuschließenden Kristallisatoren oder durch besonders konstruierte Füllmassepumpen in hochstehende Zwischenmaischen gehoben und aus diesen dann durch Rinnen oder Kutschen nach den darunter stehenden Zentrifugen gebracht.

Die Breikutschen haben den Vorteil, daß sich in ihnen die Füllmasse nur wenig abkühlt und daß jede Zentrifuge mit einer genau abgemessenen Menge Füllmasse gefüllt wird, dagegen ist die Arbeit damit weniger reinlich als mit Rinnen, welche über jeder Zentrifuge eine verschließbare Ausfüllöffnung haben. Selbst sehr stramme Füllmassen fließen noch genügend in solchen Rinnen, jedoch ist es sehr zweckmäßig, in ihnen eine Achse mit kurzen Rührarmen anzubringen und diese Rührvorrichtung ganz langsam und stetig rühren zu lassen, damit sich die Zuckerkristalle nicht fest auf dem Boden ablagern. Ferner ist es sehr ratsam, die Rinne mit einem Dampf-Doppelmantel zu versehen. Wenn es bei Erstprodukt-Füllmassen im normalen Betriebe auch wohl kaum nötig ist, sie in der Rinne

anzuwärmen, so kann die Notwendigkeit bei schlecht schleuderbaren Massen, die sich länger in der Rinne aufhalten müssen, doch eintreten. Die Füllung der Zentrifugen aus der Rinne muß nach dem Augenmaaß erfolgen. Werden die Zentrifugen im Stehen gefüllt, wie meistens bei den Erstprodukt-Füllmassen, so läßt sich durch Anbringen eines Zeichens am inneren kegelförmigen Teil der Trommel ebenfalls eine genügend gleichmäßige Füllung erzielen. Aber auch wenn die Zentrifugen im Laufen gefüllt werden, wie häufig bei den Nachproduktfüllmassen, so erlangen die Arbeiter sehr bald eine völlige Sicherheit in der richtigen Füllung aus der Rinne. Bei gut schleuderbaren Füllmassen ist der Sirup eher von den Kristallen entfernt, als die Zentrifuge ihre normale Umdrehungzahl erreicht hat. Es ist natürlich, daß der oberen Schicht der Kristalle weniger Sirup anhaften bleibt, als der direkt auf dem Sieb liegenden. Immerhin ist der Unterschied nicht sehr erheblich und beim Auspacken und Transport mischt sich der Zucker schon genügend.

Lassen sich Füllmassen schlecht schleudern, so müssen die Zentrifugen längere Zeit mit ihrer vollen Umdrehungzahl laufen. Jedoch auch dann findet man immer noch viele nicht ausgeschleuderte Stellen im Zucker. Abhilfe ist gegen solchen Übelstand in der Zentrifuge schwer möglich, jedenfalls nicht ohne große Verluste, und hier ist, wie meistens, vorbeugen besser, als jede spätere Aushilfe. Das schlechte Schleudern wird fast stets durch das Kristallmehl verursacht, welches bei schlecht geleitetem Kristallisationsprozesse in mehr oder weniger großer Menge entsteht.

Es gibt allerdings auch einige andere Ursachen für **schlechtes oder vielmehr langsames Schleudern,** nämlich das Schaumigrühren und eine zu starke Entzuckerung und Abkühlung der Füllmassen.

Die Füllmassen können entweder in den Kristallisatoren oder in den Rinnen schaumig gerührt werden, wenn die Flügel oder Arme der Rührwerke aus der Masse herausragen und beim Eintauchen der herausragenden Teile Luft in die Masse bringen. Die Rührwerke sollen daher im allgemeinen ganz von der Füllmasse bedeckt sein. Beim Entleeren eines Kristallisators werden sie aber stets aus der Masse heraustreten und, da es nicht ratsam ist, das Rührwerk stillzusetzen, weil sich dann Kristalle zu Boden setzen würden und das Rührwerk nicht mehr in Gang zu bringen wäre, müssen die Rührwerke so langsam gehen, daß merkliche Mengen Schaum nicht

nicht zu befürchten, daß allzugroße Mengen Zucker von den Kristallen aufgelöst werden. Bei der Kristallisatoren-Arbeit hat es übrigens in der Hand, einen großen Teil des aufgelösten Zuckers durch richtig geleitete Abkühlung wieder zu gewinnen.

Nach der Menge des vorhandenen Kristallmehles und seiner Feinheit richtet sich die bessere oder schlechtere Schleuderfähigkeit der Füllmassen. Etwas Kristallmehl oder feine Kriställchen enthält schließlich jede Füllmasse, wovon man sich leicht durch das Mikroskop überzeugen kann. Befinden sich schlecht schleuderbare Füllmassen erst in der Zentrifuge, so können sie nur unter Anwendung von Dampf abgeschleudert werden, der die feinen Kriställchen durch Verdünnung und Anwärmung des Sirups auflöst. Der Einführung de Dampfes von innen in die Trommel ist die Anwendung von Dampf zwischen Trommel und Mantel vorzuziehen, weil bei letzterer der Dampf gleichmäßiger und langsamer wirkt, sodaß nicht zuviel Zucker von den großen Kristallen aufgelöst wird. Jedenfalls wird aber durch diese Behandlung in der Zentrifuge stets die Ausbeute wesentlich mehr verringert, als bei einer vorhergehenden Beseitigung des Kristallmehles in den Maischen oder Kristallisatoren.

XVIII.

Der Rohzucker und seine Herstellung.

Der **Rohzucker** wird durch einfaches Abschleudern der Füllmasse hergestellt. Bei den Erstprodukt-Füllmassen werden die Zentrifugen im Stehen gefüllt, und zwar wird so viel eingefüllt, wie die Konstruktion und Widerstandskraft der Zentrifugen gestattet, wenn sich die Masse gut schleudern läßt. Je größer die eingefüllte Menge ist, desto mehr Rohzucker kann mit einer Zentrifuge geschafft werden, da ein sehr erheblicher Teil der Schleuderzeit auf das An- und Abstellen der Zentrifuge kommt, welche Zeit die gleiche bleibt, ob wenig oder viel Füllmasse eingefüllt ist. Für die Rohzuckerarbeit eignen sich daher die Zentrifugen mit großem Durchmesser und großem Füllungsinhalt; wenn diese dann noch mit unterer Entleerung versehen sind, so kann man die Arbeitslöhne für das Schleudern sehr erheblich herabmindern.

Der Rohzucker besteht, so wie er aus der Zentrifuge genommen wird, aus reinen oder fast reinen Zuckerkristallen und einem Sirup, dessen Zusammensetzung dieselbe ist, wie die des abgeschleuderten Sirups. Dieser Sirup ist natürlich auch derselbe, der die Kristalle in der Füllmasse umgab; er ist daher bei der Endtemperatur der Kristallisation noch mehr oder weniger übersättigt. Diese Übersättigung steigt durch die Abkühlung auf die Lagertemperatur und ferner auch durch Verdunstung während des Transportes und des Siebens.

Der Gedanke liegt nahe, daß die Kristallisation des Zuckers aus dem Sirup beim Lagern sich fortsetzen müsse, da eine wesentliche Bedingung für eine schnelle und weitgehende Kristallisation aus stark übersättigten Sirupen vorhanden ist, nämlich eine verhältnismäßig sehr große Menge von Anregekristallen, etwa das 6—12fache des Sirupgewichtes. Die durchschnittliche Dicke der Sirupschicht auf den Kristallen ist nur 0,01—0,02 mm, also so gering, daß man annehmen könnte, daß eine Nachkristallisation beim Lagern stets stattfinden müßte.

Tatsächlich findet sie aber nicht oder nur in Ausnahmefällen statt. Die nach einwandfreien Methoden unverändert abgewaschenen Sirupe der Rohzucker zeigen ungefähr die gleiche Reinheit, wie die Ablaufsirupe, also 70—80 Quot., und ihr Übersättigungskoeffizient steigt bei gewöhnlicher Temperatur berechnet bis 1,5, ja bis zu 1,8.

Für diese auffallende Erscheinung gibt es keine andere Erklärung, als die, daß die große Zähflüssigkeit der Sirupe, hervorgerufen durch die bei der schnellen Abkühlung auftretende hohe Übersättigung, die Kristallisation trotz der Anwesenheit so vieler Anregekristalle verhindert.

Aus jeder guten Füllmasse können Rohzucker von beliebigem Rendement hergestellt werden, die sich dann nur durch ein verschiedenes Verhältnis von Kristallen zur Sirupmenge unterscheiden.

Die Frage, ob es vorteilhafter ist, **Rohzucker von hohem oder niedrigem Rendement** herzustellen, hängt von der Höhe der Grundpreise und der Preise für die Übergrade ab. Solange die Überpreise für 1 ⁰ Rendement wesentlich höher als 1 v. H. des Grundpreises sind, dürfte die Rechnung stets zu Gunsten der Herstellung besserer Rohzucker ausfallen. Immerhin ist zu berücksichtigen, daß man zur

Herstellung besserer Zucker mehr Zentrifugen nötig hat und mehr Nachproduktsirupe erhält; es muß also stets überlegt werden, ob die Einrichtungen der Fabrik damit in Einklang stehen.

Die **Güte des Rohzuckers**, d. h. die Leichtigkeit, mit welcher er sich in Verbrauchsware überführen läßt, hängt nicht oder nur unwesentlich von der Höhe des Rendements ab, sondern von seinen äußeren Eigenschaften, besonders davon, daß die Kristalle scharf, glänzend, von gleichmäßiger Größe und rein weißer Farbe sind und daß der anhängende Sirup nicht zu zähflüssig und möglichst frei von kleinen Kriställchen ist. Für die Herstellung gewisser Verbrauchzucker werden dann auch noch recht große Kristalle verlangt. Es würde daher sehr wesentlich sein, wenn alle diese Eigenschaften bei der Bewertung des Rohzuckers berücksichtigt werden könnten. Bisher hat man aber dafür keine Methode finden können, welche dem Handel hätte genügen können. Die Bezahlung des Zuckers nach dem aus dem Aschengehalt berechneten Rendement entspricht durchaus nicht den tatsächlichen Verhältnissen, da die Ausbeute an raffiniertem Zucker nicht allein von der Asche, sondern auch von dem organischen Nichtzucker und überhaupt von der Beschaffenheit des Nichtzuckers abhängt. Zur Beurteilung des Rohzuckers ist das Verhältnis von Asche zu organischem Nichtzucker daher stets zu beachten. Aber alle Vorschläge, eine gerechtere Bewertung des Rohzuckers einzuführen, scheiterten an der Unzuverlässigkeit der Untersuchungsmethoden oder der Unsicherheit der Untersuchungsergebnisse, sodaß die verhältnismäßig sicherste Untersuchung auf das Aschenrendement dem Handel am meisten zusagt und von ihm nicht aufgegeben wird.

Ein guter Rohzucker, der für die Herstellung von Verbrauchswaare geeignet ist, muß stets erhalten werden, wenn bei guten Säften das Verkochen und die weitere Verarbeitung der Füllmasse mit Sorgfalt ausgeführt ist, wenn diese sich bei normalen Temperaturen also gut schleudern läßt. Rohzucker, welche unter Schwierigkeiten abgeschleudert sind, lassen sich fast immer auch schwierig raffinieren, besonders solche, bei deren Verkochung viel Sirup zum Abkochen eingezogen wurde und deren Muttersirup stark entzuckert ist.

Die **Farbe des Rohzuckers** bietet nicht immer einen Anhalt zu seiner Beurteilung. Wenn auch im allgemeinen ein heller Zucker bevorzugt wird, so ist doch zu beachten, ob diese helle Farbe eine natürliche oder auf künstliche Weise durch Entfärbungsmittel erzeugte ist. Ferner ist die Farbe des Sirups, welche die Farbe des Rohzuckers

bedingt, von wesentlich geringerer Bedeutung, als die Farbe der Kristalle; diese ist häufig bei dunklen Rohzuckern, also bei solchen, deren Kristalle von einem braunen Sirup umgeben sind, reiner weiß als bei helleren. Wenn die Kristalle nicht ganz rein weiß sind, so ist eine schwach gelbliche Färbung für die Raffination weniger schädlich als eine in's Graue spielende, da die gelbliche Färbung leichter durch die Knochenkohle entfernt oder durch Bläuen verdeckt wird und die Verbrauchzucker nicht so mißfarbig macht, wie die graue. Die Ursache für die graue Färbung der Zucker führt man auf einen geringen Gehalt der Säfte an Eisensalzen, besonders an glucin- und apoglucinsaurem Eisenoxyd und Oxydul zurück, der die Folge einer unrichtigen Saturation ist. Eisensalze gehen in Lösung oder bleiben gelöst, wenn in der Nachsaturation zu schwach saturiert ist und daher noch Zuckerkalk gelöst bleibt, und wenn übersaturiert wird. Säfte, welche als Dünn- oder Dicksäfte sauer saturiert sind, werden stets Eisen enthalten und die aus ihnen hergestellten Rohzucker bieten der Herstellung rein weißer Verbrauchzucker häufig große Schwierigkeiten dar. Daher sind graue Zucker auch immer mit Phenolphtaleïn sauer. Auch ein Gehalt des Saturationsgases an Schwefelwasserstoff soll graue Zucker hervorrufen, jedenfalls infolge Bildung von Schwefeleisen, welches in geringer Menge im Zuckersaft gelöst bleibt.

Von einem guten Rohzucker verlangt man ferner, daß er sich **beim Lagern nicht verändert.** Dies ist der Fall, wenn der Zucker alkalische Reaktion zeigt, und zwar mit Phenolphtaleïn als Indikator, und frei von Keimen ist, die im Sirup invertierend wirken, und auch frei von leicht zersetzbaren organischen Nichtzuckerstoffen. Alkalische Füllmassen, welche aus gut geschiedenen, stets alkalisch gehaltenen Säften gewonnen sind, geben daher stets gut haltbare Zucker, wenn der Sirup darin genügend übersättigt ist und in trockenen kühlen Lagern auch übersättigt bleibt; denn irgendwelche Keime können in einen solchen Sirup nicht eindringen und noch weniger sich darin weiter entwickeln. Sobald aber Rohzucker mit größerem Wassergehalt, in denen der Sirup kaum gesättigt ist, gelagert werden, oder wenn der Sirup beim Lagern durch Wasseraufnahme dünnflüssiger wird, hat man stets einen Rückgang der Alkalität und Polarisation zu befürchten. Geschwefelte Säfte sollen im allgemeinen unter gleichen Umständen haltbarere Zucker geben, als nicht geschwefelte, weil bei jenen geringe Mengen schwefeligsaurer Salze in den Sirupen gelöst bleiben, welche antiseptisch wirken.

Die **Form und Schärfe der Kristalle** hängt nicht allein von der Menge, sondern auch von der Beschaffenheit der Nichtzuckerstoffe ab. Säfte, welche energisch mit Kalk behandelt sind, geben stets bessere und härtere Kristalle als solche, die oberflächlich geschieden sind. Bei gleicher Reinheit der Säfte sind Zucker, die aus frischen Rüben zu Anfang der Kampagne gewonnen sind, stets von besserem Korn, als die gegen Ende der Kampagne aus eingemieteten Rüben erhaltenen. Eine ganz besondere Einwirkung scheinen gewisse Kalksalze auf die Kristallisation auszuüben, besonders solche, die sich bei Anwendung von Melasseentzuckerungsverfahren in den Säften anhäufen. Die aus solchen Säften erhaltenen Zucker, ganz besonders häufig die Nachproduktzucker, zeigen stets eine mehr oder weniger spitzige oder nadelförmige Form.

Der aus den Zentrifugen ausgepackte Rohzucker bildet eine warme, durchaus nicht gleichmäßige Ware, die zunächst abgekühlt, gesiebt und gemischt werden muß, um dann in das Lager gebracht zu werden.

Zum **Transport des Zuckers** in wagerechter oder schwach ansteigender Richtung haben sich die Transportrinnen (Schüttelrinnen) am besten bewährt, da in ihnen die Zuckerkristalle nicht beschädigt werden, wie es bei Schnecken vorkommen kann. Man findet daher jetzt fast überall unter oder neben den Zentrifugen solche Rinnen, welche den Zucker nach den Becher-Elevatoren schaffen, die ihn weiter nach dem Siebe bringen.

Zum **Sieben des Zuckers** dienen Trommel- oder Schüttelsiebe. Trocken geschleuderte, hochprozentige Zucker lassen sich durch fast jedes Sieb sieben, dagegen bieten die nassgehaltenen Rohzucker von nur 88^0 Rendement infolge ihrer Klebrigkeit Schwierigkeiten. Für diese Zucker eignen sich am besten Schüttelsiebe und Trommelsiebe mit kreisförmig gebogenen Drähten, deren Zwischenräume durch Bürsten oder Zinken offen gehalten werden. Da die Klebrigkeit des Zuckers mit der Abkühlung zunimmt, so ist das Sieb so aufzustellen, daß es vor kalten Luftzügen geschützt ist. Die Größe der Zwischenräume zwischen den einzelnen Drähten richtet sich ganz nach der Beschaffenheit des zu siebenden Zuckers, jedenfalls kann man die Drähte aber niemals so dicht zusammenstellen, daß nicht doch kleine Schalen oder Knötchen hindurch gehen können.

Es ist darauf zu sehen, daß überhaupt möglichst wenig **Knoten** in den Zucker gelangen. Außer den fest zusammengeschmolzenen, harten Schalen und Knoten, deren Entstehung im Kochapparat und

deren Verhütung oben beschrieben ist, können feste Füllmasseklumpen, die nicht ausgeschleudert sind, noch in den offenen Sudmaischen oder in den Transporteinrichtungen dadurch entstehen, daß die Füllmasse oder der feuchte Zucker an den von der Luft berührten, oberen Rändern festbacken, antrocknen und dann allmählich in mehr oder weniger großen Stücken wieder abfallen. Die Kristalle dieser Klumpen sind jedoch nicht, wie bei den im Kochapparat entstandenen, zusammengeschmolzen; sie können durch längeres Aufmaischen mit heißem Sirup wieder getrennt und zum Schleudern geeignet gemacht werden.

Zucker, der aus sorgsam gekochten und in geschlossenen Kristallisatoren verarbeiteten Füllmassen gut abgeschleudert ist, braucht überhaupt kaum gesiebt zu werden. Da das Sieb aber gleichzeitig eine sehr gute Mischung des Zuckers hervorruft, so sollte man das Sieben niemals unterlassen.

Der gesiebte Zucker wird entweder gesackt oder lose in das Lager gebracht. Meistens ist er durch den Transport und durch das Sieben, wenn die Füllmasse nicht zu heiß geschleudert ist, bereits soweit abgekühlt, daß das ohne weiteres geschehen kann. Im warmen Zustande darf der Zucker unter keinen Umständen gelagert werden, besonders nicht in den Haufen, da er sich dort zuweilen noch mehr erhitzen kann; infolgedessen zeigen solche Stellen, an welchen das geschieht, einen stark nachgedunkelten Zucker, dessen Alkalität stark zurückgegangen ist und der zuweilen sogar invertzuckerhaltig geworden ist. Jedenfalls hängt diese Erscheinung mit Oxydationserscheinungen zusammen, zu welchen gewisse Nichtzuckerstoffe Veranlassung geben. Ist der Zucker nach dem Sieben immer noch heiß, so muß er zunächst in kleineren Haufen zur Abkühlung angesammelt und dann erst aus diesen gesackt oder lose in das Lager gebracht werden.

Bei der **Lagerung** in Säcken ist das Gewicht des gelagerten Zuckers genau bekannt; bei lose gelagertem Zucker werden die Wagen, mit denen er transportiert wird, gezählt und gewogen. Gewöhnlich mangelt es hierbei an der nötigen Überwachung, sodaß das Gewicht des angeschriebenen Zuckers mit dem schließlich versandten Zucker wohl selten übereinstimmt. Die Ermittelung des gelagerten Zuckers aus dem Rauminhalt der Haufen kann niemals Anspruch auf irgend welche Genauigkeit machen, da das Raumgewicht je nach der Korngröße und der Beschaffenheit des Rohzuckers und der Höhe der Haufen sehr wechselt.

Das **Zuckerlager** richtet man, um an Arbeitslöhnen zu sparen, so ein, daß der zu lagernde Zucker hoch gehoben und dann auf Bühnen in das Lager gefahren oder durch Schüttelrinnen hineintransportiert wird. Der lose zu lagernde Zucker wird einfach aus den Wagen von der Bühne heruntergekippt oder aus der Rinne durch passend angebrachte Löcher abgelassen, während der in Säcken zu lagernde Zucker sich ebenfalls von oben herab leicht aufstapeln läßt.

Sowohl bei der Lagerung von losem Zucker, als auch in Säcken ist zu vermeiden, daß auf die Wände ein zu großer Druck ausgeübt wird. Soll der lose Zucker aber hoch aufgeschüttet werden, so müssen die Wände besonders stark aufgeführt und stark verankert sein. Bei der Lagerung in Säcken sind diese stets so zu legen, daß sie die Wand nicht berühren, und ferner sind sie auch im Verband zu legen, d. h. abwechselnd in Längs- und Querschichten, damit die Stapel sicher liegen und bei dem Verladen keine gefährlichen Rutschungen entstehen.

In Säcken gelagerter Zucker hält sich stets besser, als der in Haufen geschüttete. Im übrigen hängt die **Haltbarkeit des Zuckers** von der Infektion des Sirups mit Pilzen ab. Alle Umstände, welche diese Infektion vermehren und dem Wachstum der Pilze günstig sind, verringern die Haltbarkeit des Zuckers. In phenolphtaleïnalkalischen Zuckern finden sich Pilze nur ausnahmsweise, weil eine richtige Alkalität meistens ein Zeichen sauberer und richtiger Arbeit ist. An und für sich ist die Alkalität aber kein Schutzmittel gegen eine Veränderung der Rohzucker. Der Entwickelung der Pilze ungünstig sind kühle und gleichmäßige Temperaturen und ein geringer Wassergehalt der Zucker, also eine starke Konzentration des den Kristallen anhängenden Sirups.

Das Zuckerlager soll daher kühl und trocken sein. Eine Lagerung des Zuckers in oder über warmen Räumen oder in Räumen, zu denen die warme und feuchte Fabrikluft Zutritt hat, ist zu vermeiden. Im ersteren Fall trocknet der Zucker ein und neben dem Gewichtsverlust entsteht der Nachteil, daß der Zucker für die Raffination ungeeigneter wird, weil der Sirup an den Kristallen zähflüssiger wird. In feuchten Räumen dagegen zieht der Zucker Wasser an und wird leicht so feucht, daß der Sirup von den Kristallen abfließen kann und daß die Pilze sich darin entwickeln und Inversion hervorrufen können. Durchgeschlagene Säcke und Sirupstreifen in den Haufen

sind weitere Folgen davon. In einem kühlen, trockenen Lager findet niemals eine solche Trennung des Sirups von den Kristallen statt, wenn der Zucker richtig geschleudert ist, selbst wenn er unter 88° Rendement hat; denn der den Kriställchen anhaftende Sirup ist bei der kühlen Temperatur infolge seiner Übersättigung so zähflüssig, daß er als Haut auf den Kriställchen bleibt.

XIX.

Die Herstellung des Kristallzuckers.

Vielfach wird in den Rübenzuckerfabriken statt des Rohzuckers ein Verbrauchzucker in der Weise hergestellt, daß man den Sirup von den Kristallen vollständig entfernt. Solche Zucker, welche als Kristallzucker (Granulated) in Kristallen oder als gemahlene Zucker oder als zusammenhängende Stücke (Pilée) in den Handel kommen, sind keine raffinierten Zucker, welche einen Auflösungs- und Reinigungsprozeß durchgemacht haben, aber trotzdem für viele Verbrauchzwecke recht geeignet.

Zur **Herstellung des Kristallzuckers** wird die Füllmasse zunächst genau so wie bei der Rohzuckerarbeit abgeschleudert; zweckmäßig läßt man sie nicht zu sehr abkühlen, damit möglichst viel Sirup von den Kristallen abgeschleudert wird. Der durch die Zentrifugalkraft nicht entfernte Sirup wird dann durch Wasser, Dampf oder gesättigte Zuckerlösungen abgewaschen, und zwar in der Weise, daß möglichst wenig von den Kristallen aufgelöst wird. Zur Verbesserung der Farbe der Kristalle setzt man häufig bereits im Kochapparat, dann auch zu den Deckflüssigkeiten Ultramarin hinzu. Hierzu sollte nur sorgfältig hergestelltes Ultramarin genommen werden, da schlechtes sich in der Farbe ändert und den Zucker mißfarbig macht.

Mit Vorteil lassen sich nur gute Säfte auf Kristallzucker-Füllmassen verkochen. Wo die gewöhnlichen Dicksäfte nicht rein genug sind, verbessert man sie durch Einwurf von Nachproduktzucker. Daß hier auf ein gleichmäßiges Korn und eine gute Verarbeitung der Füllmasse noch mehr Wert gelegt werden muß, als bei der Rohzuckerarbeit ist selbstverständlich; aus Füllmassen, die sich schlecht schleudern lassen, kann man nicht guten Kristallzucker herstellen.

Für die Kristallzuckerarbeit eignen sich Zentrifugen mit großem Durchmesser, jedoch ist anzuraten, die Füllung etwas kleiner als bei der Rohzuckerarbeit zu nehmen, damit die Zuckerschicht auf dem Siebe weniger dick wird und sich infolgedessen gleichmäßiger ausdecken läßt.

Wenn man gesättigte reine Zuckerlösungen, **Deckklären,** zum Verdrängen des Sirups von den Kristallen verwendet, so wird von diesen nichts aufgelöst. Man erhält also sämtlichen kristallisierten Zucker als Kristallzucker. Da aber zur Herstellung der Klären ein Teil dieses Zuckers wieder aufgelöst werden muß und die Klären sich beim Decken mit den unreinen Sirupen mischen und für die weitere Verwendung als Deckklären unbrauchbar werden, so wird die tatsächliche Ausbeute an Kristallzucker dadurch wieder verringert.

In Rübenzuckerfabriken benutzt man selten reine Deckklären, sondern deckt mit **Wasser oder Dampf** oder beiden nacheinander. Auch hierbei ist natürlich sehr wesentlich, daß das Wasser oder der Dampf so angewendet werden, daß sie möglichst wenig Zucker von den Kristallen auflösen. Das Wasser wird in möglichst fein zerteiltem Zustande mittels Brausen oder noch besser durch Luftdruck zerstäubt eingeführt. Den Dampf entwässert man vor Eintritt in die Trommel oder überhitzt ihn sogar und schließt die obere Öffnung der Zentrifuge durch einen Deckel, damit nicht durch Vermischen des Dampfes mit der kälteren Luft größere Mengen des ersteren kondensiert werden. In allen Fällen muß das Wasser oder der Dampf aber doch etwas von den Kristallen auflösen, damit eine so in der Zentrifuge selbst hergestellte Deckkläre den Sirup von den Kristallen verdrängt. Nach oder während der Wasserdecke wendet man häufig noch eine Dampfdecke an; hierfür empfiehlt sich ganz besonders die sogenannte russische Dampfdecke, bei welcher der Dampf zwischen Mantel und Trommel geleitet wird. Dieser Dampf wirkt hauptsächlich erwärmend auf den in der Trommel befindlichen Zucker, ohne daß größere Mengen Wasser auf den Zucker kondensieren. Die russische Dampfdecke wird, wie bereits erwähnt, mit Vorliebe auch beim Schleudern von Rohzuckern oder Nachprodukten angewendet, bei denen der Sirup infolge zu weitgehender Abkühlung zu zähflüssig geworden ist. Zu beachten ist bei der Einführung des Dampfes, daß er nicht direkt gegen die Trommel strömt, weil diese an den Stellen, wo der Dampf und das mit ihm eintretende Wasser gegenstoßen, im

Laufe der Zeit merklich leiden. Man bringt daher an der Einströmungsöffnung des Mantels ein Stoßblech an, welches den Dampf seitlich ablenkt und im Raume zwischen Mantel und Trommel gleichmäßig verteilt. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß beobachtet worden ist, daß bei dem Decken mit Dampf geringe, aber merkliche Mengen Zucker mit dem Dampf mitgerissen werden sollen.

Bevor man die Dampf- oder Wasserdecke gibt, wendet man zuweilen eine **Vordecke** mit den sogenannten Decksirupen an, d. h. mit denjenigen Sirupen, welche man durch das Decken mit Dampf oder Wasser bei der vorhergehenden Schleuderung erhalten hat, oder mit Dicksaft, der bis zum Sättigungspunkt eingedampft ist. Durch diese Deckflüssigkeiten wird zunächst der grüne Sirup verdrängt, und den Kristallen haftet dann der leichtflüssige Sirup oder Dicksaft an, welche beide mit wesentlich weniger Dampf oder Wasser abgeschleudert werden können. Durch solche Vordecken wird der Betrieb etwas verwickelter und es ist Sache der Rechnung, ob die etwas vergrößerte Ausbeute auf den ersten Wurf das Verfahren vorteilhaft macht. Der Nutzen, welcher überhaupt nur bei sehr hellen und reinen Dicksaft- oder Decksirup-Decken vorhanden sein wird, ist jedenfalls nicht groß. Da etwas Zucker von den Kristallen stets aufgelöst werden muß, wenn man reinweiße Kristalle erhalten will, so ist die Hauptsache zur Erzielung einer guten Ausbeute eine sorgfältige **Trennung der abgeschleuderten Sirupe nach ihrer Reinheit,** damit die besseren sofort wieder mit dem Dicksaft zusammen auf Kristallzucker verkocht werden können. Der zuerst abgeschleuderte Sirup, der „grüne Sirup“, wird wie gewöhnlich verarbeitet, nachdem er gegebenenfalls unter Anwendung von Dampf zur Verflüssigung möglichst gänzlich aus dem Zentrifugenmantel entfernt worden ist. Die dann beim Decken folgenden Sirupe laufen auch zunächst noch zur Grünsirup-Rinne, bis der zuletzt erhaltene Decksirup, sobald er eine hellere Farbe zeigt, in eine besondere Rinne fließt und entweder direkt in den Dicksaft gepumpt oder für sich in den Verkochapparat während des Verkochens eingezogen wird.

Zur Trennung der Decksirupe nach ihrer Reinheit dienen verschiedene Einrichtungen. Wesentlich ist bei den einfacheren, bei welchen die Trennung außerhalb der Zentrifuge geschieht, daß die Schleuderung jeder Füllung nicht zu kurze Zeit dauert, damit der eine Sirup auch wirklich genügend abgelaufen ist, ehe der andere hinzu kommt, daß also der grüne Sirup aus dem Zentrifugenmantel

entfernt ist, wenn mit dem Decken begonnen wird, und daß umgekehrt der bessere Decksirup abgelaufen ist, wenn die Zentrifuge frisch mit Füllmasse angestellt wird. Bei großen Zentrifugen, die so wie so länger laufen müssen, ist daher die Siruptrennung stets besser als bei kleineren. Bei anderen Trennungsvorrichtungen werden die verschieden reinen Sirupe bereits innerhalb des Zentrifugenmantels getrennt aufgefangen, sodaß hier die Trennung eine völlig scharfe ist, soweit die Sirupe überhaupt abgeschleudert sind. Die Schleuderarbeit wird dadurch auch beschleunigt. Immerhin braucht man auch dann für die Kristallzuckerarbeit mehr Zentrifugen als für die Rohzuckerarbeit.

Die **weitere Behandlung der abgedeckten Kristalle** richtet sich nach dem Produkt, welches verkauft werden soll. Kristallzucker und Granulated müssen noch warm und etwas feucht aus der Trommel entleert werden, damit die Kristalle nicht zu Stücken zusammenbacken, während dieses Zusammentrocknen in der Zentrifuge für den Piléezucker gerade angestrebt wird. Wenn der Kristallzucker durch Decken mit Dampf hergestellt wird, so ist eine besondere Vorrichtung zum Trocknen meistens nicht nötig, da er während des Transportes und des Siebens völlig trocken wird; mit Wasser oder Deckklären gedeckter Zucker muß aber in besonderen Trockentrommeln, Granulatoren, getrocknet werden. Wird ein Zucker von gleichmäßigem Korn verlangt, so muß er durch Sortiersiebe abgesiebt werden. Die ausgesiebten kleinen Kristalle oder der Kristallzucker überhaupt werden häufig gemahlen. Sehr wesentlich ist, daß auch der Kristallzucker stets in völlig abgekühltem Zustande gesackt oder gelagert wird, weil er sonst leicht eine gelbliche Färbung erhält. Für die Pilée-Herstellung werden die Zentrifugen mit besonderer Einrichtung versehen, um das Herausnehmen der harten Stücke zu erleichtern.

Eine andere Art der Herstellung von weißen Kristallen aus der Füllmasse ist die **Füllmasse-Wäsche.** Die in dem Kochapparat fertig gekochte Füllmasse wird in Kristallisatoren auf 40—50 ° abgekühlt und zum Schluß so weit verdünnt, daß der Muttersirup nur noch ganz schwach übersättigt ist. Feine Kriställchen oder Kristallmehl darf sie unter keinen Umständen enthalten, vielmehr muß auf ein gutes und gleichmäßiges Korn gearbeitet werden. Die Füllmasse wird in große, viereckige oder ovale Kasten gebracht, deren Boden mit einem feinen Sieb hohl bedeckt ist; der durch das Sieb abfiltrierende Sirup wird mit einer Nutschpumpe abgesaugt. Sobald der erste Sirup so gut

wie möglich abgelaufen ist, wird ein Sirup von höherer Reinheit aufgegeben, der wiederum abgesaugt wird, und diese Operation im ganzen 3—4 Male mit Sirupen von stets steigender Reinheit wiederholt. Während die ersten Sirupdecken von den vorhergehenden Waschungen stammen, wird die letzte Decke mit reiner Zuckerlösung ausgeführt; entweder wird eine besondere Deckkläre hergestellt oder es wird nur einfach Wasser als letzte Decke in die Waschgefäße gegeben, welches sich durch Auflösen von Zucker von den Kristallen in der Wanne selbst sättigt.

Auf eine gute Trennung der Sirupe von den einzelnen Waschungen muß streng geachtet werden. Der zuerst ablaufende Sirup von etwa 70—75 Reinheit wird aus dem Waschbetriebe ausgeschieden, der zweite Sirup dient als erste Decke für eine neue Füllmassefüllung und so weiter. Zur Aufbewahrung und Trennung der Sirupe dienen entweder Zellengefäße oder gewöhnliche Kasten, in welchen die zu Anfang meist übersättigt ablaufenden Sirupe mit Wasser auf die richtige Dichte verdünnt werden können.

Da die Temperatur in dem Waschraume je nach der Jahreszeit ziemlich verschieden ist, so genügt es nicht, ein für alle Male eine bestimmte Dichte der Waschsirupe vorzuschreiben, sondern diese Dichte muß sich nach der herrschenden Temperatur richten, damit die Sirupe stets gesättigt und nicht einmal übersättigt, das andere Mal untersättigt sind. Unter 20 ^{0} sollte die Temperatur im Waschraume nicht sinken, weil bei niedrigeren Temperaturen die Viskosität der Sirupe außerordentlich stark wächst und das Waschen sehr viel länger dauert; geheizte Räume sind daher im Winter sehr vorteilhaft. In demselben Sinne wirkt jede Übersättigung der Waschsirupe schädlich, wogegen ungesättigte Sirupe zwar schneller waschen, aber auch Zucker auflösen und die Ausbeute verringern. Nur wenn in den Füllmassen stark übersättigter Sirup enthalten ist, ist es vorteilhaft, bei der ersten Decke ungesättigte Waschsirupe zu verwenden, welche durch Vermischen mit dem übersättigten Sirup eine gesättigte Lösung bilden, wodurch das Waschen beschleunigt wird, ohne daß Zucker aufgelöst wird. Besser ist es natürlich, wenn die Füllmasse schon in den Kristallisatoren so bearbeitet ist, daß der Muttersirup nur noch eine gesättigte Lösung bildet.

Die Ausbeute an weißen Kristallen ist bei dem Waschverfahren größer als bei der Schleuderarbeit, weil ein grüner Sirup von geringerer Reinheit aus dem Betriebe ausgeschieden wird. Dieser Erfolg wird aber nur unter Aufwand einer wesentlich größeren Zeitdauer erzielt.

Ein weiterer Übelstand des Waschverfahrens kann d
wenn die Sirupe verhältnismäßig lange Zeit benutzt werden, aus dem Betriebe ausgeschieden werden, sodaß die Möglichkeit .. Veränderungen in ihrer Beschaffenheit nicht ausgeschlossen ist. Jedenfalls ist die höchste Sorgfalt darauf zu verwenden, daß alle Ursachen, welche eine Inversion des Zuckers hervorrufen können, vermieden werden. Es ist also vor allem auf große Reinlichkeit zu sehen und darauf, daß die Alkalität der Sirupe stets eine genügende ist. Zur Erhaltung der Alkalität soll nicht Kalk, sondern Natronlauge genommen werden. Tritt einmal eine Inversion der Sirupe in stärkerem Maaße auf, so ist das einzige wirksame Mittel eine gründliche Reinigung aller Wannen und Zellen und ganz neuer Anfang der Arbeit.

Soll der in den Wannen erhaltene Zucker auf Kristallzucker verarbeitet werden, so muß er in Zentrifugen abgeschleudert und nachher getrocknet werden. Meistens wird die Wäsche allerdings nur zur Herstellung von Kristallen für die Raffination benutzt.

XX.

Die Verarbeitung der Ablaufsirupe. Nachproduktenarbeit.

Das Endziel der Verarbeitung des Ablaufsirups vom Zucker ersten Produktes ist die Gewinnung des sämtlichen durch Kristallisation überhaupt gewinnbaren Zuckers in Form von nicht zu kleinen Kristallen, sodaß die verbleibende Mutterlauge wirkliche Melasse ist.

Dieses Ziel sucht man auf verschiedene Weise zu erreichen. Zunächst muß der Sirup eingedickt oder verkocht werden. Dazu dienen **Kochapparate** von derselben Konstruktion, wie für das Verkochen des Dicksaftes; bevorzugt werden solche mit Heizkörpern mit senkrecht oder schräge stehenden Rohren von größerem Durchmesser. Für das Eindicken der Sirupe und den Betrieb der Apparate dabei gelten dieselben Vorschriften und Regeln, wie sie oben für das Verkochen des Dicksaftes angegeben sind, ausgenommen natürlich diejenigen, welche nur bei Säften von großer Reinheit Anwendung finden können. Insbesondere ist darauf zu sehen, daß

die Saftströmung in den Apparaten eine gute ist, daß der einzuziehende Sirup gut angewärmt ist und in den unteren Teil des Apparates eintritt und daß die Heizung mit niedrig gespanntem Dampf erfolgt.

Bei der **Verarbeitung der Sirupe** unterscheidet man 3 Hauptrichtungen:

1. Blankeinkochen der Sirupe und Kristallisierenlassen derselben in Kasten mit oder ohne Zusatz von Anrege-Kristallen.
2. Blankeinkochen der Sirupe und Verarbeitung der Füllmasse in Kristallisatoren, in welchen sich die Kristalle entweder bei der Abkühlung bilden oder in welche fertige Zuckerkristalle zugegeben werden.
3. Verkochen der Sirupe auf Korn oder unter Zusatz von Anrege-Kristallen und weitere Verarbeitung der Füllmassen in Kristallisatoren.

Mit allen Arbeitsweisen kann man das Ziel der völligen Auskristallisation des Zuckers bis zur Melassereinheit des Muttersirups erreichen, nur die Zeitdauer ist bei den verschiedenen Verfahren verschieden. Voraussetzung ist, daß stets richtig gearbeitet wird.

Zu einer solchen richtigen Verarbeitung der Sirupe gehört die Einhaltung der richtigen Konzentration und Temperatur während der ganzen Kristallisationsdauer und die Herstellung der für die Kristallisation günstigsten Bedingungen. Wie bei der Herstellung und Verarbeitung der Füllmasse ersten Produktes ist auch bei der Verarbeitung der Sirupfüllmassen eine bestimmte, von der Reinheit und Temperatur abhängige Größe der Übersättigung die vorteilhafteste. Eine zu starke Übersättigung bewirkt, wenigstens bei den reineren Sirupen, sehr leicht die Bildung neuer, feiner Kristalle zu einer Zeit, wenn solche nicht mehr entstehen sollen, und verzögert oder verhindert sogar die Kristallisation, besonders bei niedrigeren Temperaturen, infolge der vergrößerten Zähflüssigkeit der Sirupe und der dadurch behinderten Diffusion zwischen den Sirupschichten, welche die Kristalle umgeben. Eine zu geringe Übersättigung hat andererseits den Übelstand, die Kristallisation zu verlangsamen, und zwar bei den unreineren Sirupen mehr als bei den reineren.

Nur bei dem Verkochen der Sirupe auf Korn oder mit Anregekristallen läßt sich die Übersättigung stets ganz allein nach den als am günstigsten bekannten Übersättigungskoeffizienten regeln. Bei den anderen Verarbeitungsweisen muß die Eindickung des Sirups so

geschehen, daß die Muttersirupe bis zuletzt, also bis zur vollständigen Auskristallisation noch übersättigt bleiben. Eine vollständig auskristallisierte Nachproduktfüllmasse soll bestehen aus Zuckerkristallen und einer wirklichen Melasse im gesättigten oder vielmehr schwach übersättigten Zustande.

Die **Übersättigungsverhältnisse der unreinen Sirupe** sind nicht so einfach wie bei den reinen Dicksäften. Während bei diesen für praktische Zwecke der Sättigungzustand wie bei den reinen Zuckerlösungen angenommen und die Übersättigung also nach den Löslichkeitzahlen der gesättigten, reinen Lösungen berechnet werden kann, sind die **Sättigungsverhältnisse bei den Sirupen von der Menge und Beschaffenheit der Nichtzuckerbestandteile** abhängig.

Ist Zucker mit nur einem Nichtzuckerstoff in Lösung, so wirken geringe Mengen dieses derart ein, daß die Löslichkeit des Zuckers verringert wird, während größere Mengen sie erhöhen. Am meisten verringern die Löslichkeit des Zuckers die Nichtzuckerstoffe, welche Kristallwasser binden; am stärksten lösend wirken die Salze der Alkalien mit organischen Säuren. Bei Gemischen von Nichtzuckerstoffen sind ungefähr dieselben Erscheinungen zu beobachten, und zwar wirken die Gemische als Ganzes, als Summe der Aequivalente der Einzelbestandteile ein, nicht als Summe der Einzelwirkungen der Bestandteile. Das Gemenge der Nichtzuckerstoffe, wie es in den Sirupen und Melassen der Rübenzuckerfabriken enthalten ist, scheint trotz der sehr wechselnden Menge, Beschaffenheit und Zusammensetzung der Einzelbestandteile fast stets den annähernd gleichen Einfluß auf die Löslichkeitsverhältnisse auszuüben, wenn das Verhältnis von Asche zu organischem Nichtzucker ungefähr gleich ist und keine abnormen Bestandteile darin enthalten sind. Jedenfalls zeigt sich eine Verschiedenheit dieser Einwirkung nicht bei den reinen Sirupen; sie tritt erst bei melasseähnlichen Sirupen in merklicher Weise in Erscheinung, wenn sie sich überhaupt bemerkbar macht. Für Sirupe über 65 Reinheit kann man daher fast immer mit Sicherheit annehmen, daß sie bei gleicher Reinheit in verschiedenen Fabriken und verschiedenen Jahren ungefähr die gleichen Löslichkeitsverhältnisse für den Zucker haben.

Als Stoffe, welche die Löslichkeit des Zuckers in stärkerer Weise, besonders in der Melasse beeinflussen, sind die Raffinose, organische Kalksalze, besonders diejenigen, welche durch Zerstörung von Invertzucker mit Kalk entstehen, und unzersetzter Invertzucker zu

nennen; alle diese Stoffe wirken allein oder in Verbindung mit den Salzen Zucker aussalzend, d. h. sie verringern seine Löslichkeit.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, ist es wichtig hier hervorzuheben, daß diese Löslichkeitsverhältnisse ohne weiteres nichts mit der Melassebildung zu tun haben, wie häufig angenommen wird. Die Löslichkeitzahlen geben nur den Anhalt dafür, wie weit man die Sirupe eindampfen muß, um sie zum Kristallisieren zu bringen. Ist der Zucker in einer Nichtzuckerlösung löslicher als in einer anderen, so muß die erstere, vorausgesetzt, daß die Flüssigkeit reiner als eine Melasse ist, eben stärker eingedickt werden, damit der Zucker auskristallisieren kann, während eine wirkliche Melasse soweit eingedickt werden kann, daß sie trocken wird, ohne daß Zucker auskristallisiert.

Mit wechselnden Temperaturen ändert sich das Löslichkeitsverhältnis der Zucker, also das Verhältnis von Wasser zu Zucker in gesättigter Lösung, in unreinen Lösungen ganz anders als in reinen. Die Ursache dafür ist, daß bei stärkerer Eindickung der Lösungen, die bei höheren Temperaturen nötig ist, nicht nur der Zuckergehalt, sondern auch der Nichtzuckergehalt zunimmt und daß in der konzentrierteren Nichtzuckerlösung die lösende Wirkung des Nichtzuckergemisches zunimmt.

Ist z. B. ein Sirup von 62 Reinheit bei 20° gesättigt, wenn er auf 1 Teil Wasser 1,15 mal soviel Zucker gelöst enthält, als eine reine bei 20° gesättigte Zuckerlösung, nämlich 2,04×1,15 Teile Zucker, so ist die Zusammensetzung dieses Sirups: 20,9 v. H. Wasser, 49,0 v. H. Zucker, 30,1 v. H. Nichtzucker. Bei 70° ist dieser Sirup aber erst gesättigt, wenn er auf 1 Teil Wasser 1,5 mal soviel Zucker wie in reiner, bei 70° gesättigter Lösung gelöst hat, also 1,5×3,2 Teile Zucker; seine Zusammensetzung ist dann: 11,4 v. H. Wasser, 54,9 v. H. Zucker, 33,7 v. H. Nichtzucker. Auf 1 Teil Wasser sind demnach in dem bei 20° gesättigten Sirup 1,44 Teile Nichtzucker, in dem bei 70° gesättigten aber 2,96 Teile gelöst. Diese Verdoppelung der Stärke der Nichtzuckerlösung bedingt die höhere Löslichkeit des Zuckers.

Die Temperatur als solche scheint auf die lösende Wirkung des Nichtzuckers keinen Einfluß zu üben; ihr Einfluß zeigt sich nur mittelbar, wenn mit der Änderung der Temperatur eine Änderung in

der Menge des Kristallwassers eintritt, welches die Salze auch in Lösung gebunden enthalten, und infolgedessen sich auch die Menge des freien Wassers ändert.

Die Zahl, welche angibt, wie viel mal mehr Zucker auf 1 Teil Wasser in gesättigten Sirupen mehr gelöst ist, als in reiner, bei gleicher Temperatur gesättigten Zuckerlösung, ist von großer praktischer Bedeutung für das Verständnis und die Überwachung der Nachproduktenarbeit. Man nennt sie den **Sättigungskoeffizienten.** Aus der Ableitung dieses Begriffes ergibt sich, daß der Sättigungskoeffizient für alle Sirupe bei niedrigen Temperaturen kleiner ist, als bei hohen, und bei unreinen Sirupen größer, als bei reinen, und zwar stets als Folge der veränderten Konzentration der Nichtzuckerlösung.

Es wird allerdings auch empfohlen, die praktische Nachproduktenarbeit durch den Unterschied der Zuckermengen zu kontrollieren, welche auf 1 Teil Wasser in dem Muttersirup und in einer bei gleicher Temperatur gesättigten reinen Zuckerlösung enthalten sind. Da beide Methoden auf gleicher Grundlage beruhen, so kann jedem überlassen bleiben, welche Art der Berechnung er vorziehen will. Einfacher und das Verständnis der Kristallisationsvorgänge erleichternd scheinen die Sättigungskoeffizienten zu sein, da neben ihnen auch die Übersättigung stets als Verhältniszahl ausgedrückt werden kann.

Die Größe der Sättigungskoeffizienten der verschieden unreinen Sirupe bei verschiedenen Temperaturen, d. h. also die Größe der Einwirkung verschieden konzentrierter Nichtzuckerlösungen auf die Löslichkeit des Zuckers ist noch wenig untersucht. Die Versuche sind ziemlich schwierig auszuführen. Die Ergebnisse sind auch verschieden, wenn man die Sättigung durch Auskristallisieren der übersättigten Lösung oder durch Auflösen von Zucker in einer nicht gesättigten Lösung bestimmt. Im ersteren Falle ist der Sättigungskoeffizient größer als im letzteren, und zwar ist der Unterschied um so größer, je unreiner die Sirupe sind.

Für die Praxis sind die beim Auskristallisieren von Zucker aus übersättigten Sirupen gefundenen Koeffizienten die richtigen. Aus den wenigen, bekannten Versuchen können nur annähernd giltige Zahlen, die aber für praktische Zwecke ausreichend sind, abgeleitet werden.

Zunächst sind die Sättigungsverhältnisse in Sirupen verschiedener Reinheit bei der gewöhnlichen Endtemperatur der Kristallisation von

40—50° von Interesse. Bei dieser Temperatur ist der Sättigungskoeffizient:

in gesättigten Sirupen von 75	Reinheit ungefähr	1,0
„ „ „ „ 75—70	„ „	1,0—1,05
„ „ „ „ 70—65	„ „	1,05—1,10
„ „ „ „ 65—60	„ „	1,10—1,25
„ „ „ unter 60	„ „	1,3

Die Sättigungsverhältnisse bei verschiedenen Temperaturen sind in einem Sirup von ungefähr 60—62 Reinheit, also einem melasseähnlichen Sirup, ungefähr folgende:

Temperatur	auf 1 Teil Wasser sind gelöst: in einem gesättigten Sirup von 60—62 Reinheit	in reiner gesättigter Lösung	Unterschied	Sättigungskoeffizient des Sirups
80°	ca. 5,8	3,6	2,2	ca. 1,6
70°	„ 4,8	3,2	1,6	„ 1,5
60°	„ 4,1	2,9	1,2	„ 1,4
50°	„ 3,4	2,6	0,8	„ 1,3
35°	„ 2,8	2,3	0,5	„ 1,2
20°	„ 2,3	2,0	0,3	„ 1,15

Aus diesen Zahlen kann man nun die Zusammensetzung, d. h. den Wassergehalt der Melasse-Mutterlauge berechnen, wie sie bei richtig geleiteter Kristallisation sein muß, wenn ihre Reinheit mit ungefähr 60 angenommen wird. Eine solche Melasse kann einerseits keinen Zucker auflösen, weil sie gesättigt ist; andererseits bietet sie der Kristallisation ein möglichst kleines Hindernis, weil ihre Viskosität die möglichst geringe ist. Selbstverständlich wird man in der Praxis auch die Melasse-Mutterlauge noch etwas übersättigt halten, um die Kristallisation bis zum Schluß gut voran schreiten zu lassen, und zwar wird man den Übersättigungskoeffizienten auf 1,05 bis 1,10 halten. Die nachstehenden Zahlen für die Zusammensetzung einer Melasse-Mutterlauge bei verschiedenen Endtemperaturen der Kristallisation geben den höchsten Wassergehalt an, der zulässig ist, welcher aber auch wieder nicht wesentlich kleiner werden darf.

Zusammensetzung der Melasse.

bei einer Endtemperatur der Kristallisation von	Zucker	Wasser	Nichtzucker	Reinheit
35°	49,4	17,6	33,0	60
50°	51,0	15,0	34,0	60
60°	52,4	12,7	34,9	60
70°	53,3	11,1	35,6	60

Aus diesen Zahlen läßt sich ferner für die blank einzukochenden Sirupe die richtigste Konzentration berechnen, welche sie nach beendetem Eindicken haben müssen, um eine richtig übersättigte Melasse als Endmutterlauge zu erzielen. Man hat sich nur soviel Zucker zu der Melasse zugesetzt und gelöst zu denken, wie nötig ist, um auf die Reinheit des Ausgangsirups zu kommen und diese Resultate dann prozentisch umzurechnen. Bei den auf Korn zu verkochenden Sirupen müssen während der Verarbeitung allerdings Übersättigungsverhältnisse eingehalten werden, die von anderen Umständen abhängen, wie später gezeigt werden wird. Die Zahlen für die Normal-Melasse dienen hier nur dazu, die richtige Konzentration vor dem Schleudern herzustellen.

Wenn die richtige Konzentration der Sirupe oder Muttersirupe ermittelt ist, so ist damit zugleich eine wichtige Bedingung für eine schnelle und gute Kristallisation erfüllt, indem die Sirupe die unter den gegebenen Umständen geringste Zähflüssigkeit haben. Die **Zähflüssigkeit der Sirupe** oder Muttersirupe bildet ein sehr wesentliches Hindernis für eine schnelle Kristallisation, da die gelösten Zuckerteilchen, um sich an die vorhandenen Kristalle anzulagern, den Widerstand überwinden müssen, welchen die Zähflüssigkeit des Sirups hervorruft. Dieser Widerstand kann nicht, wie bereits oben erwähnt, durch mechanische Bewegung der Massen wesentlich verringert werden, weil die Sirupteilchen, welche den Kristallen anhaften und aus welchen der Zucker auskristallisieren muß, dadurch garnicht ihre Lage gegenüber den Kristallen verändern. Die mechanische Bewegung der Füllmassen dient nur dazu, im großen und ganzen eine überall gleichmäßige Temperatur und Konzentration hervorzurufen, während die Herstellung gleicher Konzentration um die Kristallisationspunkte herum allein durch Diffusion stattfindet, die von der Zähflüssigkeit abhängig ist.

Mit der richtigsten Konzentration der Sirupe ist zugleich die unter den gegebenen Umständen zulässige, geringste Übersättigung und damit die möglichst geringe Zähflüssigkeit der Sirupe vorhanden, weil diese mit dem Grade der Übersättigung sehr stark steigt. Von noch größerem Einfluß auf die Zähflüssigkeit ist die Temperatur. Bei Temperaturen von 75—90°, also bei den gewöhnlichen Siedetemperaturen der Sirupe im Vakuumapparat ist die Zähflüssigkeit der reineren und unreineren, gesättigten oder ziemlich stark übersättigten Sirupe verhältnismäßig wenig verschieden. Mit sinkender Temperatur, besonders von 60—65° ab, wächst die Zähflüssigkeit in viel stärkerem Maaße bei den unreineren und übersättigteren Sirupen, als bei

den reineren oder nur schwach übersättigten, und zwar kann die Zähflüssigkeit in den unreinen Sirupen bei gewöhnlichen Temperaturen so stark werden, daß eine Kristallisation überhaupt nicht möglich ist. Umgekehrt kann man die Sirupe um so stärker übersättigt halten, je höher die Kristallisationstemperatur ist, und somit die Kristallisationsdauer abkürzen. Recht hohe Temperaturen lassen sich aber längere Zeit nur im Kochapparat oder in Kristallisatoren halten, daher geben alle Verfahren, welche diese Apparate benutzen, eine wesentlich schnellere Kristallisation als die Kastenarbeit.

Als weitere Bedingungen für eine gute und schnelle Kristallisation der Sirupe sind **Gleichmäßigkeit der Temperatur und der Konzentration** in allen Teilen der Masse, sowie eine **genügende Menge von Anregekristallen erforderlich.** Gleichmäßigkeit der Temperatur und Konzentration läßt sich ebenfalls nur in Vakuumapparaten und Kristallisatoren einhalten. Diese bieten ferner den Vorteil, daß die Anregekristalle, welche in die Masse eingeworfen oder darin gebildet sind, stets gleichmäßig verteilt bleiben und die größte Wirkung als Kristallisationszentren ausüben können. Je mehr solcher Zentren vorhanden sind, je kleiner daher die Kristalle bei dem Zusatz einer gleichen Gewichtmenge sind, desto schneller erfolgt die Entzuckerung der Sirupe. Für die Feinkörnigkeit gibt es aber in der Praxis eine bestimmte Grenze, da die Größe der fertig gebildeten Kristalle schließlich mindestens so sein muß, daß sie durch Schleudern ohne Schwierigkeit und ohne Verlust gewonnen werden können. Selbstverständlich spielt außerdem die Verkäuflichkeit des Produktes oder die Art seiner späteren Verwendung eine ausschlagebende Rolle bei der Wahl der Zusatzkristalle, sodaß es häufig vorteilhaft erscheint, recht grobe Kristalle zu verwenden, von denen natürlich zur Erzielung einer schnellen und guten Entzuckerung ein viel größeres Gewicht genommen werden muß.

Die Verarbeitung der Nachproduktsirupe ist vielfach das Stiefkind der ganzen Fabrikation, wenigstens in den meisten Rübenzuckerfabriken. Wenn man aber die nötige Sorgfalt auf die Überwachung dieser Arbeit verwendet, so kann man ohne Erhöhung irgend welcher Betriebskosten eine wesentlich bessere Ausbeute und eine schnellere Kristallisation erzielen, sich also ganz erhebliche Vorteile sichern. Daher sind die in Betracht kommenden Verhältnisse ausführlicher geschildert, als sonst wohl üblich ist.

Ganz bedeutend erleichtert wird die Überwachung der Nachproduktenarbeit durch die Benutzung von Apparaten bei dem Eindicken oder Verkochen der Sirupe, welche die Bestimmung der Konzentration der Sirupe im Apparate selbst gestatten. Bisher geschah das Eindicken der Sirupe gewöhnlich nur nach der Fadenprobe, welche aber nur bei geschickten und zuverlässigen Kochern einigermaßen befriedigende Ergebnisse liefert. In manchen Fabriken werden die blank verkochten Sirupe dann noch gespindelt. Wird diese Spindelung im heißen Zustande der Sirupe ausgeführt, so ist sie in hohem Grade unzuverlässig; macht man die Untersuchung im Laboratorium, so erfährt man das Ergebnis viel zu spät, als daß noch irgend eine Änderung in der Eindickung vorgenommen werden könnte. Zweck hat nur eine Bestimmung der Konzentration, die mit Sicherheit die Konzentration der im Kochapparat befindlichen Massen angibt; dazu sind allein die oben bereits beschriebenen Verkochungskontrollapparate mit den für die Sirupe berechneten Tabellen brauchbar.

a) Die Verarbeitung der Sirupe in Kasten.

Durch einmaliges blankes Einkochen der Ablauf-Sirupe von der üblichen Reinheit von ungefähr 75 ist es nicht möglich, eine vollständige Auskristallisation des Zuckers zu erreichen, weil die Sirupe zu diesem Zwecke viel zu stark eingedickt werden müßten. Infolgedessen kocht man bei der Kastenarbeit überall, wo man eine gute Entzuckerung der Sirupe anstrebt, die Sirupe zweimal ein, das erste Mal nicht zu stramm, sodaß ein Zucker von gutem Korn und ein Ablaufsirup von 65—68 Reinheit erhalten wird, der dann nochmals, und zwar auf die für diese Reinheit richtige Konzentration eingekocht wird.

Für das erste Einkochen der Sirupe kann man keine festen Regeln aufstellen, weil die einzuhaltende Dichte von der Korngröße, die man im Zucker zweiten Produktes haben will, sowie ferner von der Größe der Kasten und der Temperatur im Kristallisationsraume abhängt. Gewöhnlich kocht man die Sirupe auf einen Wassergehalt von ungefähr 13 v. H. ein und läßt sie in nicht zu große und ziemlich flache Kasten ab. Bei sehr reinen Sirupen, wie sie zuweilen bei der Kristallzuckerarbeit erhalten werden, füllt man die Füllmasse zweiten Produktes auch in fahrbare Kasten.

Es ist aber nur noch eine Frage der Zeit, daß diese Verarbeitung der Ablaufsirupe vom ersten Produkt bald aus allen Fabriken verschwinden

und durch die Verarbeitung der Sirupe in Kochapparaten oder Kristallisatoren ersetzt werden wird; denn selbst mit den unvollkommensten Einrichtungen kann man mindestens dieselben Resultate erzielen, wie bei der Kastenarbeit des zweiten Produktes, und man erspart außerdem Zeit und Arbeitslöhne. Allerdings erreicht man mit unvollkommenen Einrichtungen selten eine Reinheit des Muttersirups, die unter 65 liegt, und dann ist ein nochmaliges Einkochen dieser Ablaufsirupe zu einer Füllmasse III, die in großen Kasten oder Gruben auskristallisiert, durchaus notwendig. Selbst wenn die Reinheit des vom zweiten Produkt abgeschleuderten Sirups nur ungefähr 3 v. H. höher als die der Melasse liegt, ist das Einkochen noch mit Vorteil auszuführen, wenn man die richtigen Vorschriften dabei einhält; denn durch die Erniedrigung der Reinheit um je 1 Einheit wird die Ausbeute aus der Nachproduktfüllmasse um ungefähr 1,7 v. H. erhöht.

Die Verkochung dieser unreinen Sirupe muß mit Hilfe des Verkochungs-Kontroll-Apparates nach folgender Tabelle erfolgen, für deren Berechnung eine Reinheit der Melasse von 58 zu Grunde gelegt ist.

Wahre Reinheit des Sirups	68	67	66	65	64	63	62	61	60
Wassergehalt des eingekochten Sirups v. H.	11,5	11,8	12,2	12,5	12,8	13,2	13,5	13,8	14,1

Diese **Zahlen für den Wassergehalt** des eingedickten Sirups sind als solche zu betrachten, welche die höchsten sind, die für eine vollständige Kristallisation der Nachproduktfüllmasse zulässig sind. Es ist anzuraten, im allgemeinen etwas stärker einzudicken, um gegen alle Zufälligkeiten geschützt zu sein, und den Wassergehalt $^1/_2$—1 v. H. niedriger zu wählen, als die Tabelle angibt. Auch aus einem anderen Grunde ist dieses empfehlenswert: Wenn die Füllmassen nämlich bei der Entstehung der Kristalle in den Kasten zu leichtflüssig sind, so sinken selbst sehr kleine Kristalle bald zu Boden, und den oberen Schichten fehlen dann die Anregekristalle. Eine gewisse Zähflüssigkeit ist infolgedessen unbedingt notwendig, und zwar muß man den Wassergehalt zur Erreichung derselben um so niedriger wählen, je länger sich in den Kasten eine hohe Temperatur hält. In große Kasten wird man daher stets etwas strammer einkochen müssen als in kleinere.

Wenn das Ausdämpfwasser des Kochapparates und der Ausfülleitung nicht getrennt aufgefangen wird, sondern ebenfalls in die

Kasten gelangt, so sind die Sirupe natürlich entsprechend stärker einzudicken, weil die Sirupe so, wie sie in den Kasten sind, den vorgeschriebenen Wassergehalt haben müssen.

Die **Anfangstemperatur der Füllmassen** ist die Ausfülltemperatur von 60—90°. Damit sie sich nicht zu schnell abkühlen, ist der Raum besonders zu Anfang auf ungefähr 40° zu heizen. Die Heizung erfolgt durch Dampf oder durch besondere Kokesöfen. Nach spätestens 2 Monaten ist die Temperatur auf ungefähr 30° gesunken und die Kristallisation beendet. Die gut ausgebildeten Kristalle, deren Größe aber ganz von Zufälligkeiten abhängt, da es selbst dem geschicktesten Kocher nicht gelingt, gleichmäßig kristallisierende Füllmassen herzustellen, haben sich zum größten Teil auf dem Boden abgesetzt, während der überstehende Sirup fast kristallfrei ist. Das Ausbringen der Füllmasse geht ohne Schwierigkeit vor sich und ebenso das Schleudern. Recht zweckmäßig ist es, wenn die Füllmasse durch die Füllmassepumpen zunächst in Kristallisatoren gebracht wird, wenn solche vorhanden sind, in denen sie einige Zeit unter Anwärmen auf 40—45° gerührt wird, oder wenn man sie durch Röhrenwärmer, welche auf die richtige Temperatur angeheizt werden, zur Anwärmung vor dem Schleudern laufen läßt. In beiden Fällen kann sie dann ohne oder fast ohne jeden Zusatz von verdünnter Mela[illegible] werden, sodaß eine Auflösung von Zuckerkristallen [illegible]

Zu stramm, also unrichtig verkochte Füllmasse[illegible] Maischen für die Schleuderung geeignet gemacht werd[illegible] verdünnter, heißer Melasse gemaischt werden. Dabei wird stets viel Zucker gelöst, sodaß die Reinheit der abgeschleuderten Melasse häufig 2—3 v. H. höher ist als bei einer richtig eingekochten und behandelten Füllmasse.

Die **Kristallisation in Kasten** ist stets eine unvollkommene, weil die Anregekristalle in den oberen Schichten sehr bald fehlen, wenn die Kristalle infolge ihrer Schwere anfangen nach unten zu sinken. Infolgedessen haben die oberen Sirupschichten in den Kasten stets eine höhere Reinheit als die unteren, in welchen sich die Kristalle abgesetzt haben. Um diesem Übelstande abzuhelfen, ist vorgeschlagen worden, den Inhalt der Kasten durch Rührwerke mit wagerechter oder senkrechter Axe umzurühren oder die Massen aus dem unteren Teile der Kasten durch Pumpen hoch zu heben, um sie dort über der

Oberfläche zu verteilen und die Kristalle durch den weniger entzuckerten Sirup sinken zu lassen. Die Kosten für solche Einrichtungen sind aber verhältnismäßig hoch.

Einfacher und billiger erscheint das Rühren der blank verkochten Massen in den Kasten durch eingepreßte Luftblasen zu sein; jedoch verlangt dieses Rühren doch auch kostspielige Einrichtungen und genügende Aufsicht, wenn es wirksam sein soll. Mit Erfolg ist dieses **Rühren mit Preßluft** nur bei Füllmassen möglich, deren Reinheit nicht höher als 72—73 ist. Sind die Abläufe von höherer Reinheit, so sind sie einer vorhergehenden Kristallisation und Entzuckerung zu unterwerfen, oder sie müssen auf Korn verkocht und dann mit Luft gerührt werden. Der Boden der Kasten ist so zu gestalten, daß die eingepreßte Luft an einer tiefsten Stelle eintritt, also z. B. an dem Boden ausgemauerter Mulden. Die Luft soll nicht langsam eintreten, sondern stoßweise unter großem Druck, und zwar entweder durch ein bewegliches Rohr, welches durch einen Schlauch an die Druckleitung angeschlossen ist, oder durch viele in den Kasten hineingeführte Rohre. Zweckmäßig erhalten diese Rohre unten einen Knick, sodaß die eingepreßte Luft etwas seitlich austritt und dadurch die Bewegung der Füllmasse vermehrt.

Alle diese Einrichtungen kann man nur als Notbehelf bezeichnen, um vorhandene Kristallisationskasten weiter benutzen zu können; sie sind, wenn alles berechnet wird, durchaus nicht billig und ihr Erfolg mehr oder weniger unsicher, da ja nicht das Rühren als solches den Erfolg verbürgen kann, sondern die dadurch hervorgerufene, gleichmäßige Konzentration und Temperatur. Will man daher überhaupt die alte Kastenarbeit aufgeben, so schafft man am besten sofort eine moderne Nachprodukten-Anlage mit Kristallisatoren an, deren Kosten zum großen Teil durch den Verkauf der Kasten gedeckt werden können.

Eine wesentliche Abkürzung der Kristallisationsdauer der Füllmassen in den Kasten und eine etwas bessere Ausbeute erreicht man dadurch, daß verhältnismäßig geringe Mengen feine Zuckerkristalle, Kristallsplitter, Zuckermehl oder Zuckerstaub, je nach der Feinheit ungefähr 1,0 v. H. oder weniger, in die eingedickten Sirupe eingerührt werden. Diese Kristalle oder Kristalltrümmer bilden die Anregekristalle für die sofort beginnende Kristallisation und man gewinnt mindestens die Zeit, welche sonst zur Bildung der ersten Kriställchen nötig ist. Zweckmäßig kocht man für diese Arbeitsweise

die Sirupe etwas strammer, als gewöhnlich ein, damit die Kristalle, die ja in den heißen Füllmassen möglichst lange schwebend bleiben sollen, nicht so bald zu Boden sinken. Allerdings erhält man nach dieser Arbeitsweise einen feinkörnigen und meist schlecht schleuderbaren Zucker von niedrigem Rendement.

Daß man mit der Kastenarbeit, welche in so vielen Beziehungen ganz unvorteilhafte Bedingungen für die Kristallisation bietet, doch noch verhältnismäßig gute Ergebnisse erhalten kann, liegt daran, daß man die Kristallisationsdauer beliebig lang auszudehnen vermag. Ihre Nachteile sind die unsaubere, kostspielige und für die Arbeiter teilweise gesundheitschädliche Arbeit; diese Übelstände sind der hauptsächlichste Grund für ihre Beseitigung.

b) Die Verarbeitung der Sirupe in Kristallisatoren.

Auch bei dieser Arbeitsweise kann man im allgemeinen die Ablaufsirupe vom ersten Produkt nicht in einer Operation bis zur Melassereinheit entzuckern, weil die Konzentration der blank eingekochten Sirupe dann ebenfalls zu hoch sein müßte. Zu einer vollständigen Auskristallisation müßte man die Sirupe nach den vorher für die Kastenarbeit angegebenen Zahlen und Tabellen eindicken. Bei den reineren Sirupen, die am stärksten übersättigt werden müßten, würden sich infolgedessen viel zu viel Kristalle bilden oder, wenn man Einwurfkristalle benützt, neben diesen noch neue kleine Kriställchen.

Um dies zu vermeiden, müssen die reineren Ablaufsirupe über 70 Quotient leichter eingekocht werden, als die Tabelle angibr; dann können sie aber niemals bis zur Melassereinheit des Muttersirups auskristallisieren. Tatsächlich erhält man als Endsirupe, je nach der Reinheit der eingekochten Sirupe solche von 63—65 und höherer Reinheit, also Sirupe, die nochmals mit Vorteil eingekocht und in Kasten oder Kristallisatoren verarbeitet werden können. Man kann allerdings reinere Sirupe durch Vermischen mit unreinen oder mit Melassen auf Sirupe von 70—72 Reinheit bringen und diese Mischungen verkochen, die dann leichter bis auf Melassereinheit gebracht werden können. Aber die Kristallisationsfähigkeit wird dadurch stets verschlechtert und die stark vermehrte Menge der Füllmasse erfordert mehr Raum in den Kristallisatoren und mehr Arbeit beim Schleudern.

Gewöhnlich kocht man die Sirupe für die Kristallisator-Arbeit auf ungefähr 10 v. H. Wassergehalt ein und läßt die Kristalle sich durch Abkühlen in den Kristallisatoren selbst bilden oder setzt 15—25 v. H. Zucker als Anregekristalle hinzu. Der Einwurfzucker muß vorher angewärmt werden oder mit heißem, eingedicktem Sirup aufgemaischt werden, damit sich durch die plötzliche Abkühlung beim Einwerfen des kalten Zuckers nicht neue Kriställchen bilden. Viel zweckmäßiger ist es, den Zucker direkt oder aufgemaischt langsam in das Vakuum einzuziehen, nachdem der Sirup genügend eingedickt ist.

Eine andere Art des Verkochens besteht darin, die Sirupe, welche nicht über 72 Reinheit haben sollen, bei hohen Temperaturen von 95—100° und darüber auf einen Wassergehalt von 7—9 v. H. einzudicken und dann durch Erschütterung mittels eingeführten Dampfes zur Kristallisation zu bringen. Es bilden sich dabei verhältnismäßig viele feine Kristalle, welche die Kristallisation beschleunigen und, wenn sie sich genügend vergrößern, die spätere Schleuderarbeit nicht erschweren.

Die **Abkühlung in den Kristallisatoren** muß sehr langsam vor sich gehen. Die Apparate müssen mit Doppelmantel versehen sein, um die Füllmassen nötigenfalls anzuwärmen. Die Endtemperaturen dürfen nicht zu niedrig sein und sollen im allgemeinen nicht unter 40° sinken. Zuweilen wird kalte oder heiße Luft zur Regelung der Abkühlung über die Füllmasse geleitet, wodurch gleichzeitig eine Wasserverdunstung, also eine weitere Eindickung bewirkt wird.

Die Bewegung der Füllmasse im Kristallisator braucht nur eine geringe zu sein; meistens läßt man das Rührwerk einmal in 1—2 Minuten sich umdrehen und stellt es zuweilen sogar für einige Zeit ganz ab. Wenn angewärmt oder gekühlt wird, muß das Rührwerk natürlich stets in Bewegung sein.

Die **Rührdauer** richtet sich nach dem Grade der Entzuckerung, welchen man erreichen will, und nach der Reinheit des Ausgangsirups. Um einen Sirup von 75 Reinheit auf 65 Reinheit zu bringen, genügen etwa 2—3 Tage; um einen Sirup von 65—70 Reinheit auf ungefähr 60 Reinheit zu bringen, sind mindestens 5—6 Tage nötig. Ebensowenig wie bei der Kastenarbeit ist es hier möglich, Sirupe von höherer Reinheit als 70 durch eine Einkochung auf Melassereinheit zu entzuckern. Auch Sirupe, die unreiner sind, kristallisieren niemals

gleichmäßig aus, vielmehr schwankt die Reinheit der abgeschleuderten Melasse innerhalb sehr weiter Grenzen und das Schleudern selbst ist häufig sehr schwierig.

Nach beendigter Kristallisation muß die Füllmasse meistens mehr oder weniger verdünnt werden, um gut schleuderfähig zu sein. Eine Abkühlung auf dem Wege zu den Zentrifugen muß vermieden werden.

Wenn **Zucker als Einwurf** verwendet wird, so nimmt man Rohzucker ersten Produktes, um recht große Kristalle zu erhalten. Meistens zieht man jedoch feinkörnige Nachproduktzucker vor oder man läßt einen Teil der Füllmasse von der vorhergehenden Füllung eines Kristallisators in diesem. Hierdurch wird die Arbeit zwar sehr vereinfacht, aber es bilden sich neben den großen Kristallen stets neue und die großen Kristalle wachsen meistens zu flachen Kristallen aus, die wenig beliebt sind und sich auch schlecht schleudern lassen. Für eine schnelle Kristallisation sind zerbrochene Kristalle zu empfehlen, da solche Kristalltrümmer oder Kristallsplitter mit großer Energie den Zucker aus der Lösung anziehen, um wieder zu normalen Kristallen auszuwachsen. Haben sie diese normale Kristallform wieder erlangt, so wirken sie aber nur noch wie andere Kristalle.

c) Das Verkochen der Sirupe auf Korn.

Die Übelstände, welche einer völligen Auskristallisation des Sirups von höherer Reinheit in Kristallisatoren entgegenstehen, können durch Verkochen der Sirupe auf Korn oder mit Einwurfzucker vermieden werden.

Bildet man in den Sirupen Kristalle oder setzt dieselben in genügender Menge den schwach übersättigten Sirupen zu, so kann man durch richtige Leitung des Verkochens bereits im Vakuumapparat soviel Zucker auskristallisieren lassen, daß die Reinheit des Muttersirups auf mindestens 65—67 sinkt. Die Konzentration dieser unreinen Sirupe kann man ohne Bedenken so hoch nehmen, daß die nachfolgende Kristallisation bis zur Entzuckerung des Muttersirups auf die Melassereinheit bei höheren Temperaturen erfolgen kann, entweder noch in dem Kochapparate selbst bei der Kochtemperatur oder in Kristallisatoren bei allmählich sinkender Temperatur. Die Kristallisation wird bei dem Kornkochverfahren ebenso wie bei dem Verkochen des Dicksaftes in der Weise angeregt und fortgesetzt, daß die Muttersirupe durch **Eindampfen stets auf dem richtigen Grade der Übersättigung** gehalten

werden und nicht durch Abkühlen, wie bei der reinen Kristallisatorarbeit, bei welcher die Kristallisation auch bei niedrigeren, also für die reineren Sirupe ungünstigeren Temperaturen vor sich gehen muß.

Es gibt verschiedene Verfahren, welche die Kristallisation der Sirupe im Kochapparat anstreben. Diejenigen, bei denen der Hauptwert auf äußerliche, wenig oder garnicht für die Kristallisation wesentliche Umstände gelegt wird, z. B. auf die Art des mechanischen Rührwerkes oder die Art des Einzuges der Sirupe, können natürlich keine dauernd zufriedenstellenden Ergebnisse liefern. Befriedigen kann nur ein Verkochungsverfahren, bei welchem die Konzentration der Sirupe in jedem Stadium des Verkochens die für die Kristallisation günstigste ist und bei welchem die Temperatur mit Hilfe der Rührvorrichtungen stets und überall gleichmäßig und ferner tatsächlich die wirkliche, der Luftleere entsprechende Siedetemperatur ist.

Während bei dem Verkochen der Dicksäfte auf Korn die Einhaltung der richtigen Konzentration nach den äußeren Merkmalen nach einiger Übung erlernt werden kann und Fehler, welche dabei gemacht werden, durch die Nachproduktenarbeit gut gemacht werden müssen, stößt man bei dem Verkochen der Sirupe infolge ihrer großen Zähflüssigkeit und der Abhängigkeit dieser Zähflüssigkeit von der Temperatur auf Schwierigkeiten. Das Verkochen der Sirupe als letzte Operation muß aber gerade fehlerlos ausgeführt werden, wenn nicht größere Ausbeuteverluste entstehen sollen. Hier sind wieder die Verkochungs-Kontroll-Apparate sehr gut zu verwenden, weil das Verkochen nur langsam vor sich gehen muß und daher das Einstellen selbst der einfacheren Apparate ohne Mühe ausgeführt werden kann; man kann sie für das Kornkochen der Sirupe sogar als ganz unentbehrlich bezeichnen, besonders diejenigen, welche eine leichte und bequeme Ermittelung des Wassergehaltes der Sirupe erreichen lassen.

Die Konzentration der Sirupe oder Muttersirupe, also ihr Wassergehalt muß für jede Arbeitsweise und für die verschieden reinen Sirupe besonders berechnet werden. Als grundlegende Zahlen dienen hier wieder die Übersättigungskoeffizienten.

Während der Kornbildung muß der Koeffizient für die besseren Sirupe ähnlich, wie bei dem Verkochen des Dicksaftes sein und allmählich größer genommen werden, wenn die Reinheit bis auf 68 fällt.

Nach der Kornbildung ist der Koeffizient zunächst durch Zuzug von Sirup etwas zu verkleinern. Wenn dann die Kristalle eine gut

sichtbare Größe erreicht haben, wird er wieder erhöht, und zwar ganz allmählich mit dem fortschreitenden Wachsen der Kristalle und der Abnahme der Reinheit der Mutterlauge. Zum Schluß wird er zweckmäßig wieder erniedrigt.

Für die Praxis sind Angaben über die Höhe der Übersättigungskoeffizienten natürlich nicht ohne weiteres brauchbar, sondern es müssen auf Grund derselben Tabellen für den Wassergehalt, der zu verschiedenen Zeiten und für verschieden reine Sirupe eingehalten werden muß, ausgerechnet werden, mit deren Hilfe der Kocher unter Anwendung des Verkochungs-Kontrollapparates das Verkochen ganz mechanisch zu Ende führen kann.

Die Kornbildung kann in dem nach solchen Tabellen oder nach der Fadenprobe eingedickten Sirup entweder wie bei dem Dicksaft durch Zuzug von neuer Flüssigkeit hervorgerufen werden oder ganz allein durch die Bewegung, welche die mechanischen Rührvorrichtungen oder direkt eingeführter Dampf herbeiführen; sie ist also einfach eine sogenannte gestörte Kristallisation, die aber bei der Arbeit nach den Tabellen insoweit geregelt ist, als infolge der ganz bestimmt vorgeschriebenen Konzentration sich innerhalb einer gewissen Zeit gerade die richtige Menge Kristalle bildet. Eine besondere Geschicklichkeit gehört bei dieser letzteren Arbeitsweise zur Kornbildung nicht, der Kocher hat vielmehr nur aufzupassen, daß er nicht zu lange die Kornbildung fortsetzt. In den reineren Sirupen von 75 Reinheit und darüber bildet sich genügend Korn noch in wenigen Minuten, nachdem die Konzentration erreicht ist. In den unreinen Sirupen dauert es $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde und mehr, ehe die Kristalle sichtbar werden. Natürlich kann man durch stärkere Konzentration die Kornbildung beschleunigen, aber man erhält dann häufig eine zu große Menge Kristalle, also auch feinkörnige Zucker.

Von Wichtigkeit ist es, daß auch hier, wie bei dem ersten Produkt, die Sirupe vor dem Einzug soweit erwärmt werden, daß das Zuckermehl, welches sich in ihnen durch Abkühlung nach dem Schleudern gebildet hat oder beim Schleudern durch die Siebe gegangen ist, sich wieder auflöst. Man hält sie daher zweckmäßig auf 80—90^0 durch Erwärmen mit Schnatterdampf. Versäumt man dies, so zieht man das Kristallmehl in den Kochapparat und stört dadurch die regelrechte Kornbildung und Kristallisation. Das zuweilen empfohlene Verdünnen der Sirupe ist ganz unnötig; es erhöht nur die Kosten der Verdampfung

und verlängert die Kochdauer. Nur wenn man sehr große Kristalle erzeugen will, kann eine solche Verdünnung nützlich sein.

Sobald genügend Korn gebildet ist, wird wieder Sirup zugezogen und der Heizdampf, der während der Kornbildung ganz abgesperrt war, angestellt. Sirupzuzug und Heizdampfeinströmung werden so geregelt, daß der Wassergehalt stets auf der für die betreffende Verkochungsperiode vorgeschriebenen Höhe bleibt. Das Verkochen muß um so langsamer geschehen, je weiter man die Kristallisation im Kochapparat treiben will. In 16—24 Stunden erreicht man gewöhnlich eine Reinheit des Muttersirups von ungefähr 68; um aber auf 62 zu kommen, müßte man schon 60—72 Stunden kochen.

Wenn für diese Kristallisationsvorgänge der Ausdruck „Verkochen" wie für das Verkochen der Dicksäfte gebraucht wird, so ist dieser Ausdruck für die tatsächlichen Vorgänge unrichtig. Wirklich gekocht wird während des Aufenthaltes der Sirupe im Kochapparat nur vor der Kornbildung und zeitweise nachher, wenn der Heizdampf in solchem Maaße angestellt wird, daß sich Dampfblasen an der Heizfläche entwickeln. Während des größeren Teiles der sogenannten Kochdauer ist der Heizdampf entweder ganz abgestellt oder er wird nur soweit eingelassen, daß die Temperatur, welche infolge der Verdunstung an der Oberfläche sinken würde, stets auf dem der Luftleere entsprechenden Siedepunkte bleibt, und zwar meistens unter Zuhilfenahme der mechanischen Rührwerke und des direkt einströmenden Dampfes.

Es erscheint nicht richtig, die Entzuckerung des Muttersirups im Vakuumapparat weiter als bis 65—68 Reinheit vorzunehmen. Man füllt die ungefähr bis zu diesem Punkte abgekochte Füllmasse in **Kristallisatoren** aus, in welchen sie mehrere Tage unter **allmählicher Abkühlung** und **geregeltem Wasserzusatz** gerührt wird. Die Abkühlung soll so geleitet werden, daß die Temperatur in 24 Stunden ungefähr um 10° sinkt, da die Erfahrung gelehrt hat, daß dann die Kristallisation des Zuckers an die vorhandenen Kristalle heran am vorteilhaftesten vor sich geht.

Mit der sinkenden Temperatur nimmt die Übersättigung zu, obschon fortwährend Zucker auskristallisiert. Der Grund liegt hauptsächlich darin, daß der Sättigungskoeffizient, wie oben angeführt ist, mit sinkender Temperatur abnimmt. Die Übersättigung würde also schließlich so groß werden, daß neue Kristalle neben den vorhandenen entstehen müßten. Um diese Neubildung von Kristallen in den

Kristallisatoren zu verhüten, die als Kristallmehl in den Zentrifugen nicht gewinnbar sind und das Schleudern sehr verschlechtern, wird Wasser in bestimmten Temperaturabständen zugesetzt, dessen Menge sich nach der Reinheit der Füllmasse und dem Wassergehalte des Muttersirups beim Ausfüllen richtet. Durch geeignete Umhüllung oder Freilegung der Kristallisatoren wird die Temperatur z. B. am ersten Tage von 90 auf 75⁰, am zweiten auf 65, am dritten auf 55⁰ und am vierten auf 45⁰ gebracht und von 80⁰ ab nach jedesmaligem Sinken der Temperatur von 4—5⁰ die berechnete Wassermenge (am besten reines Brüdenwasser) zugesetzt. Als Grundlage für die Berechnung dient die Erfahrung, daß die Kristallisation ohne Neubildung von Kristallen am besten bei einem Übersättigungskoeffizienten des Muttersirups von 1,05—1,15 vor sich geht. Für eine richtig abgekochte Füllmasse ist der mit jedem Temperaturfall von 4—5⁰ nötige Wasserzusatz auf 1 cbm Kristallisatorfüllung 4 Liter bei einer Füllmassereinheit von 70, 3,5 Liter bei einer Reinheit von 75 und 2 Liter bei einer Reinheit von 80⁰. Auf diese Weise erhält man in einer Zeit von 4—5 Tagen eine bis auf 35—45⁰ abgekühlte, kurze Füllmasse, welche sich leicht schleudern läßt, Nachproducktzucker von gutem Korn und hoher Reinheit ergibt, sowie eine wirkliche Melasse.

Um dieses Ergebnis mit Sicherheit zu erreichen, sind regelmäßige Untersuchungen des von den Kristallen abgenutschten Muttersirups nach 2 und 4 Tagen Rührdauer zu empfehlen, die sich auf die Bestimmung der scheinbaren Trockensubstanz (Brix) nach der Verdünnungsmethode und der scheinbaren Reinheit erstrecken. Nach 2 Tagen soll der Wassergehalt des Muttersirups bei 62—64 scheinbarer Reinheit 12 v. H., der Brixgehalt 91 sein, nach 4 Tagen soll der Muttersirup Melasse mit 15—16 Wassergehalt oder 88—89 Brix sein. Besonders zu beachten ist, daß die scheinbare Reinheit um so mehr von der wahren abweicht, je stärker der Sirup oder die Melasse für die Brixbestimmung verdünnt wird und je niedriger das Verhältnis von Asche zu organischem Nichtzucker ist. Der Unterschied tritt in sehr stark steigendem Maaße auf, je tiefer die Reinheit sinkt.

Beim Verkochen der Sirupe können **Zuckerverluste auf mechanischem Wege**, also durch Schäumen und Überreißen leichter als bei dem Verkochen der Dicksäfte entstehen, weil die Sirupe zähflüssiger sind und sich leichter überhitzen, besonders wenn Störungen in der Luftleere auftreten. Bei einiger Aufmerksamkeit und genügendem Steigraum kann man merkliche Verluste aber stets vermeiden.

Zuckerverluste durch Zuckerzerstörung werden, wie bei jeder Zuckerlösung, so auch bei dem Verkochen und Heißhalten der Sirupe entstehen. In alkalischen Sirupen werden sie aber sehr gering sein und bei den neueren Nachproduktverfahren geringer, als bei der Kastenarbeit, weil, wie oben bereits nachgewiesen ist, eine lange Dauer des Warmhaltens von schädlicherem Einfluß ist als eine kürzer anhaltende höhere Temperatur, solange diese nur 90—100° nicht überschreitet. In neutralen oder gar sauren Sirupen treten aber merkliche Zuckerzersetzungen auf.

Die Behandlung der nach einem der angeführten Verfahren hergestellten **Nachproduktzucker** ist genau die gleiche, wie bei den Erstproduktzuckern.

In manchen Fabriken werden die Nachprodukte, besonders die feinkörnigen mit niedrigem Rendement, welche wenig oder garnicht verkäuflich (nicht für die Ausfuhr geeignet, wenn sie unter 90° Polarisation haben) sind, wieder in den Dünnsäften aufgelöst. Zuweilen schleudert man dann die Füllmassen, welche in Kasten mit Siebböden eingekocht oder eingefüllt werden, nicht, sondern nutscht den Muttersirup nach erfolgter Kristallisation ab und löst den zurückbleibenden, schmierigen Zucker in den Kasten auf. Da bei jedem Verkochen Kosten und Verluste entstehen, so ist für jeden einzelnen Fall zu berechnen, ob eine solche Umarbeitung der Nachprodukte vorteilhaft ist. Häufig findet man die Ansicht, daß die Nachproduktzucker um so besser sind, je weniger weit die Entzuckerung der Sirupe vorgeschritten ist, daß also Nachprodukte, von denen eine Melasse von 63 Reinheit abgeschleudert ist, besser sind, als solche, von denen Melasse mit 60 Reinheit abgeschleudert ist. Diese Ansicht ist aber unhaltbar; die Güte des Nachproduktzuckers hängt zum größten Teil, wie auch beim Rohzucker ersten Produktes, von der Güte der Saftbehandlung und der Kristallisation ab. Werden diese Operationen nachlässig betrieben, so muß man allerdings, um eine schleuderfähige Füllmasse und keinen schmierigen Zucker zu erhalten, die Kristallisation viel früher abbrechen. Bei guter Kristallisation erhält man gute, kräftig ausgebildete Kristalle, die auch einen körnigen, nicht schmierigen Zucker geben, dessen Rendement man bis über 88° steigern kann. Nachproduktzucker dieser Art stehen meistens so hoch im Preise, daß man sie am besten durch direkten Verkauf verwertet, wenn nicht besondere Verhältnisse (wie die Herstellung von Verbrauchzuckern in der Rübenzuckerfabrik) vorliegen.

Erleichtert wird die Herstellung solcher **besseren Nachproduktzucker** durch ein besonderes **Deckverfahren.** Bei diesem läßt man gleichzeitig mit der Füllmasse in die in Bewegung gesetzte Zentrifugentrommel Melasse oder Sirup von der vorhergehenden Schleuderung, also von gleicher Reinheit, wie sie der Muttersirup der Füllmasse hat, laufen. Diese Deckflüssigkeit ist soweit verdünnt, daß sie gesättigt oder ungesättigt ist, und mehr oder weniger angewärmt. Gewöhnlich nimmt man eine Melasse von 70—75° Brix, die auf 50—70° angewärmt ist. Dadurch wird erreicht, daß von der Füllmasse, sobald sie auf das Sieb gelangt, sofort der größte Teil des zähflüssigen Muttersirups durch die leichtflüssigere Deckmelasse abgewaschen oder verdrängt wird. Dieses Abwaschen oder Verdrängen ist deshalb möglich und sehr vollkommen, weil die Deckmelasse stets nur auf sehr dünne Schichten ungeschleuderter Füllmasse gelangt im Gegensatz zu der gewöhnlichen Decke, welche auf die vollgefüllte Zentrifuge, also auf eine sehr starke Schicht nur unvollkommen abgeschleuderter Füllmasse wirkt. Da die ganze Operation in der kürzesten Zeit vor sich geht, so kann die verdünnte Melasse nicht lösend auf die Kristalle wirken, sondern sie verdünnt nur, soweit sie nicht abgeschleudert ist, den den Kristallen anhaftenden Sirup. Auf diese Weise wird ein lockerer, gut zu transportierender Zucker von hohem Rendement und eine Melasse erhalten, deren Reinheit dieselbe ist wie die des Muttersirups.

XXI.

Reinigungsverfahren für die Ablaufsirupe.

Vor dem Verkochen werden die Ablaufsirupe vielfach einer Behandlung unterworfen. Die einfachste Behandlung ist ihre **Saturation,** falls sie eine zu hohe Alkalität haben, mittels Kohlensäure oder schwefeliger Säure. Wenn die Dicksäfte aber auf eine Alkalität von etwa 0,02—0,04 saturiert sind und die Füllmassen ersten Produktes also eine Alkalität von etwa 0,05 haben, ist die Alkalität der Ablaufsirupe nicht höher als etwa 0,05—0,10. Eine Alkalität von mindestens 0,05 ist nicht nur nicht schädlich, sondern sogar notwendig, wenn die Sirupe während der langen Kristallisationsdauer in den Kästen oder während des tagelangen Verkochens oder Kristallisierens in den

Kristallisatoren nicht bis zur neutralen Reaktion in der Alkalität zurückgehen sollen. Die Saturation der Sirupe ist daher im normalen Betriebe nicht notwendig und kann um so mehr unterbleiben, als die Sirupe dazu verdünnt werden müssen und das Eindampfen wieder Dampf kostet.

Eine **Filtration des Sirups** vor dem Einkochen wird häufig als vorteilhaft angesehen, da die Sirupe immer mehr oder weniger trübe sind infolge von Ausscheidungen, die während des Verkochens entstehen. Da das Gewicht dieser Niederschläge, welche hauptsächlich aus organischen (oxalsauren) Kalk- und Eisensalzen bestehen, aber äußerst gering ist (nur 0,01—0,1 v. H.), und die Sirupe selbst im verdünnten Zustande und bei Zusatz von porösen Stoffen nur schwierig filtrierbar sind, so ist der Nutzen und die Ausführbarkeit der Filtration sehr fraglich.

Eine Erhöhung der Reinheit ist jedenfalls niemals nachgewiesen worden. Es wird zwar behauptet, daß die physikalischen Eigenschaften durch die Filtration bei vorhergehender Saturation mit schwefeliger Säure verbessert werden, jedoch fehlt auch hierfür jeder Beweis. Andererseits ist es eine durch die Praxis bestätigte Tatsache, daß gesunde Sirupe sich ohne Filtration und Saturation gut verarbeiten lassen und tadellose Erfolge ergeben.

Eine andere Art der Reinigung der Sirupe besteht in der **Behandlung der verdünnten, heißen Sirupe mit Kalk** (oder Baryt) und nachfolgender Saturation mit Kohlensäure oder schwefeliger Säure. Da der Kalk hier unter ganz gleichen Umständen auf die Nichtzuckerstoffe, die allerdings in konzentrierterer Menge vorhanden sind, einwirkt, als vorher in den Dünnsäften, so ist es klar, daß man durch diese Behandlung nur dann einen merklichen Erfolg erzielen kann, wenn die Scheidung des Diffusionssaftes ungenügend und bei zu niedriger Temperatur erfolgte. Eine Erhöhung der Reinheit ist durch die Einwirkung des Kalkes auf die Ablaufsirupe niemals nachgewiesen worden, dagegen sollen die so behandelten Sirupe häufig eine bessere Kristallisationsfähigkeit gezeigt haben, ein Vorteil, der, falls er wirklich vorhanden ist, zum Teil auf die Verdünnung zurückzuführen ist, da verdünnte Sirupe sich bei unvollkommen kontrollierter Verkochung besser verkochen lassen als konzentriertere. Wohl selten werden aber die Unannehmlichkeiten einer solchen weiteren Saturations- und Filtrationstation und deren Kosten durch bessere Ausbeuten gedeckt werden.

Wenn die Diffusionssäfte in ungenügender Weise mit Kalk behandelt werden, so kann bei der Verarbeitung der Sirupe zuweilen eine sehr lästige und verlustbringende Erscheinung auftreten, nämlich die sogenannte **Schaumgährung** der Nachproduktfüllmassen. Diese Erscheinung zeigt sich in der Weise, daß die Füllmassen gleich nach dem Ablassen in die Kasten oder Kristallisatoren zu steigen anfangen. Es bilden sich in der Masse eine Menge kleiner Gasbläschen, welche infolge der zähflüssigen Beschaffenheit der Füllmasse nicht entweichen können, sondern nur langsam in die Höhe steigen und die ganze Masse oder zum mindesten den größeren oberen Teil schaumig machen. Natürlich vermehrt sich auch das Volumen der ganzen Masse um den Raum des entwickelten Gases, sodaß die schaumige Masse aus den Kasten oder Kristallisatoren oben überläuft. Die Gasentwickelung ist am stärksten, so lange die Füllmassen heiß sind; sie nimmt mit der fortschreitenden Kühlung ab und hört bei einer Temperatur von 60° ganz auf. Die Menge des entwickelten Gases ist sehr verschieden; zuweilen bildet sich nur eine geringe Schaumschicht auf den Füllmassen, zuweilen beträgt der Raum des Gases 50—100 v. H. von dem Raume, welchen die Füllmasse einnimmt.

Das entwickelte Gas besteht ganz oder doch zum größten Teil aus Kohlensäure. Die Ursache dieser **Kohlensäureentwickelung** ist nicht eine Gährung, wie der auf Grund der äußerlichen Ähnlichkeit mit einer Gährung angenommene Name besagt; gegen eine solche, durch kleine Lebewesen hervorgerufene Gasentwicklung spricht schon die Tatsache, daß die Erscheinung am stärksten bei Temperaturen über 80° auftritt, bei welchen die Lebewesen entweder schon getötet werden oder doch zum mindesten keine Lebenstätigkeit zeigen. Die Ursache ist vielmehr auf eine Zersetzung gewisser organischer Nichtzuckerstoffe zurückzuführen; wahrscheinlich sind es Abbauprodukte des Invertzuckers und anderer organischer Stoffe von hohem Molekulargewicht, welche bei der Verarbeitung schlechter, besonders erfrorener und angefaulter Zuckerrüben in die Säfte gelangen und bei ungenügender Einwirkung des Kalkes in der Scheidung nicht völlig zersetzt werden. Die Schaumgährung tritt niemals bei der Verarbeitung gesunder Rüben auf, sondern stets nur, wenn schlechte Rüben verarbeitet werden und die Scheidung zu kalt und zu kurze Zeit ausgeführt wird. Werden diese Abbauprodukte dann in den Sirupen, wo sie sich anhäufen, längere Zeit hohen Temperaturen ausgesetzt, so zersetzen sie sich

weiter, besonders wenn sie beim Abschleudern Sauerstoff der Luft absorbiert haben. Eines der Zersetzungsprodukte ist dann die Kohlensäure, während die anderen Zersetzungsprodukte nicht flüchtig sind, und zwar zum Teil nichtflüchtige Säuren, welche die Alkalität der Sirupe vermindern oder sie sogar sauer machen. Enthalten solche Sirupe Nitrite, was zuweilen der Fall ist, so werden diese durch die entstehenden Säuren zersetzt, und es entsteht neben der Kohlensäure auch noch Stickstoffoxyd. Außerdem entstehen noch stark dunkel gefärbte Stoffe, welche die ganze Füllmasse und den daraus erhaltenen Zucker schwarzbraun färben. Die Schaumgährung tritt ferner um so stärker auf, je häufiger die Sirupe verkocht werden, also im dritten Produkt eher als im zweiten Produkt.

Die Ausbeute aus solchen Füllmassen wird zwar nicht wesentlich beeinträchtigt, aber der erhaltene Zucker ist sehr dunkel, feinkörnig, neutral oder sauer und meistens invertzuckerhaltig, also nicht haltbar und minderwertig, ebenso die neutrale oder sauere, ebenfalls invertzuckerhaltige Melasse.

Als **Mittel gegen die Schaumgährung** ist zunächst eine kräftige Behandlung der Diffusions- oder Dünnsäfte mit Kalk in der Scheidung zu empfehlen und meistens auch wirksam. Ferner sind solche Sirupe, die zur Schaumgährung neigen, bei möglichst hoher Luftleere, also niedriger Temperatur einzukochen, gegebenenfalls unter Zusatz von Soda. Helfen diese Mittel noch nicht genügend, dann kann die oben erwähnte Behandlung der Sirupe mit Kalk allerdings von Nutzen sein.

Wie bei den Säften sind auch für die Sirupe viele **andere Reinigungsverfahren** vorgeschlagen worden, bei welchen **Chemikalien,** wie Baryt und Barytsalze, hydroschwefelige Säure, Ozon oder der elektrische Strom eine Ausfällung von Nichtzuckerstoffen bewirken sollen. Irgend welche praktischen Erfolge sind aber damit nicht nachgewiesen worden und, solange nicht bewiesen wird, daß man mit solchen Mitteln eine wirkliche Melasse wieder gut kristallisationsfähig macht, muß ihnen auch jede praktische Bedeutung abgesprochen werden.

Eine beliebte Art der Verwertung der Ablaufsirupe des ersten Produktes ist **ihre Rückführung** oder eines Teiles derselben in den vorhergehenden Betrieb, also in die Diffusionsbatterie oder in den Rohsaft, in die Scheidung oder in den Dünnsaft. Tatsächlich erzielt man auf diese Weise eine Vermehrung der Menge des Zuckers ersten Produktes, wenn man diese Ausbeute mit derjenigen vergleicht, welche man ohne Abkochen der Füllmasse mit

Sirup erhält. Die Rückführung der Sirupe in die Säfte wirkt dann, besonders bei sehr reinen Säften und Sirupen von ebenfalls hoher Reinheit, insofern günstig auf das Verkochen ein, als dieses wesentlich langsamer vor sich geht, weil die Mischsäfte eine geringere Reinheit haben. Führt man z. B. 3 v. H. vom Rübengewicht eines Ablaufes 78 Reinheit in Säfte von 94 Reinheit zurück, so haben die Mischsäfte nur noch eine Reinheit von 91,5. Langsames Kochen vermehrt aber, wie oben gezeigt wurde, die Ausbeute an Zucker ersten Produktes sehr erheblich. Einfacher erreicht man diese höhere Ausbeute, wenn man den Sirup nicht in die Säfte, sondern erst nach beendetem, langsamen Verkochen des reineren Dicksaftes in das Vakuum einzieht und noch recht lange abkocht. Dieses letztere Verfahren ist stets anwendbar, während die Rückführung der Abläufe mit Vorteil nur bei sehr reinen Säften ausgeführt werden kann; denn bei weniger guten erhält man damit eine schlechte Kornbildung und einen Zucker von wesentlich schlechterer Beschaffenheit. Eine Reinigung der in den Rohsaft zurückgeführten Abläufe durch die Scheidung und Saturation, welche vielfach behauptet wird, ist bisher nicht nachgewiesen worden; für eine solche kann auch keine wissenschaftliche Erklärung gegeben werden; denn es ist nicht einzusehen, warum Nichtzuckerstoffe der Sirupe ausgeschieden oder verändert werden sollten durch eine Wiederholung der Kalkeinwirkung, welcher sie bereits vorher im Dünnsaft unter völlig gleichen Umständen unterzogen sind.

XXII.

Die Melasse und ihre Verwertung.

Unter **Melasse** versteht man im praktischen Sinne dasjenige Endprodukt der Zuckerfabrikation, aus welchem unter Einhaltung aller für die Kristallisation günstigen Bedingungen durch weiteres Eindicken und Kristallisierenlassen kein Zucker mehr gewonnen werden kann.

Ihre theoretische Erklärung findet diese Unfähigkeit der Melasse, Zucker auskristallisieren zu lassen, dadurch, daß in ihr der Nichtzucker den Zucker und umgekehrt der Zucker auch den Nichtzucker bei jeder beliebigen Konzentration und Temperatur in Lösung hält.

Es ist allerdings auch möglich, daß eine allzugroße Zähflüssigkeit der eingedickten Sirupe die Ursache des Nichtkristallisierens ist. Aber dann ist diese Zähflüssigkeit durch allzu starke Übersättigung des Sirups oder durch zu niedrige Temperaturen hervorgerufen, und man kann sie durch richtiges Eindicken und Anwendung höherer Temperaturen vermeiden und eine Kristallisation herbeiführen, falls der Sirup noch keine Melasse im Sinne der oben gegebenen theoretischen Erklärung ist.

Die niedrigste **Reinheit**, welche bisher in invertzuckerfreien Melassen der Rübenzuckerfabriken nachgewiesen ist, ist 54—55 (= 51—52 scheinbar). Im Durchschnitt erreicht man aber bei sorgfältiger Arbeit nur eine Reinheit von 58—60, in vielen Fabriken sogar nur eine solche von 60 und noch höher. Es scheint, daß diejenigen Melassen höhere Reinheiten haben, welche aus Dicksäften von hoher Reinheit erzielt werden. Aus Dicksäften von niederer Reinheit als 91—92 erzielt man gewöhnlich Melassen unter 60, besonders wenn sie als Folge einer energischen Scheidung organische Kalksalze enthalten, welche die Löslichkeit des Zuckers vermindern. Auch die Melassen, welche am Anfange der Kampagne oder aus den zu Anfang gewonnenen Säften erhalten werden, haben meistens eine niedrigere Reinheit als die am Schlusse der Kampagne gewonnenen. Die Beschaffenheit des Nichtzuckers spielt eben bezüglich der Melassebildung eine nicht unwesentliche Rolle.

Die meisten Melassen des Handels sind keine wirklichen Melassen. Entweder enthalten sie noch kristallisationsfähigen Zucker, weil der letzte Kristallisationsvorgang schlecht geleitet wurde, sodaß eine ungenügende Entzuckerung des Muttersirups stattfand, oder es wurde vor oder während des Schleuderns durch Anwendung von zu viel Wasser oder Dampf wieder Zucker aufgelöst.

Die **Zusammensetzung einer Melasse** von 60 Reinheit, soweit sie ihren Wasser- und Zuckergehalt betrifft, ist für den Zustand, in welchem sie die Kristalle in der völlig auskristallisierten Füllmasse umgeben soll, bereits oben angegeben. In diesem Zustande, in welchem sie auch bei richtiger Arbeit abgeschleudert wird, enthält sie je nach der Endtemperatur der Kristallisation 13—15 v. H. Wasser. Eine solche Melasse ist aber nicht zu verkaufen, weil sie bei gewöhnlicher Temperatur so zähflüssig wird, daß sie weder gepumpt, noch in Fässer gefüllt werden kann. Man muß sie daher so weit

verdünnen, daß sie auf einen Wassergehalt von ungefähr 18—20 v. H. entsprechend einem Brixgehalt von 81—83 gebracht wird, und zwar geschieht dies gewöhnlich sofort nach dem Abschleudern in den Sammelkästen durch Anwärmen mittels Dampfschnattern. Die so angewärmte und gleichzeitig verdünnte Melasse läßt sich leicht mit den gewöhnlichen Siruppumpen fortschaffen. Melassen, die in Gruben oder Kasten aufbewahrt werden und gewöhnliche Temperaturen annehmen, können aber selbst bei 80 ° Brix nicht mehr mit gewöhnlichen Pumpen fortgepumpt werden; man hebt sie daher entweder mit Kettenpumpen hoch oder pumpt sie mit den zum Pumpen dickflüssiger Massen geeigneten Füllmassepumpen.

Die Versendung der Melasse geschieht in Fässern oder Zisternenwagen. Ihre Verwertung findet sie entweder durch Verarbeitung auf Zucker und zur Verfütterung oder zur Spiritusherstellung und einigen anderen Zwecken, die hier nicht von Interesse sind.

Zur **Gewinnung des Zuckers aus der Melasse** wurden früher sehr verschiedenartige Verfahren angewendet, von denen alle diejenigen, welche Alkohol als Lösungsmittel bedurften oder überhaupt größere Betriebskosten verlangten, von der Bildfläche verschwanden, als die Zuckerpreise stark sanken. Gegenwärtig haben außer dem Strontianverfahren, welches nur im Raffineriebetriebe und nicht in Verbindung mit der Rübenzuckerfabrikation ausgeübt wird, nur noch die Osmose und das Ausscheidungsverfahren eine gewisse praktische Bedeutung.

Die **Osmose** beruht auf der Erfahrung, daß die verschiedenen Bestandteile der Melasse ein sehr verschiedenes Diffusionsvermögen besitzen. Da jedoch nicht nur die Nichtzuckerstoffe, sondern auch der Zucker diffundierbar sind, so bewirkt die Osmose nur eine Trennung der Melasse in einen Sirup von höherer Reinheit und in das sogenannte Osmosewasser, welches eine Zuckerlösung von niedrigerer Reinheit ist, als sie die Melasse hat.

Je nach der Beschaffenheit des Nichtzuckers der Melassen (oder vielmehr der geringwertigen Sirupe, da wirkliche Melassen selten mit Vorteil osmosiert werden können) ist die Wirkung der Osmose bald eine bessere, bald eine schlechtere. Da die Salze der Alkalien am leichtesten diffundieren, so werden besonders stark aschenreiche Sirupe durch die Osmose aufgebessert. Ihre Wirkung ist daher nicht nur in den verschiedenen Fabriken, sondern selbst in derselben Fabrik in verschiedenen Jahren sehr verschieden. Manche Sirupe geben selbst

bei einer nur einmaligen Osmose keine guten Resultate, während andere sich zwei Male nacheinander mit Erfolg osmosieren lassen. Natürlich kann die zweite Anwendung der Osmose niemals die günstigen Resultate der ersten geben, weil die leichter diffundierbaren Salze zum größeren Teile schon durch diese herausgeschafft sind.

Im großen und ganzen kann man wohl sagen, daß die Osmose infolge ihrer geringen Wirkung nur noch unter besonderen Verhältnissen vorteilhaft ist, also z. B. in Ländern, wo das eingedickte Osmosewasser mit Vorteil an die Spiritusbrennereien verkauft werden kann. In Deutschland wird die Osmose nicht mehr ausgeübt, in Oesterreich wendet man dagegen die Osmose vielfach an und hat die dazu nötigen Apparate in mancher Beziehung wesentlich verbessert. Diese **Verbesserungen** beziehen sich hauptsächlich darauf, daß die Papierfläche möglichst ausgenutzt wird, daß die Kanäle sich nicht verstopfen, daß stets das richtige Verhältnis zwischen einströmendem Sirup und dem Wasser eingehalten wird, daß die Sirup- und Wasserschichten möglichst verengt werden, daß der Unterschied der Dichten der beiden Flüssigkeiten ein möglichst großer bleibt, daß die Temperaturen hoch bleiben und daß die Entluftung eine gute ist. Selbstverständlich legt man auch auf die Beschaffenheit des Osmosepapiers einen großen Wert.

Auf die Arbeit mit den Osmoseapparaten soll hier nicht weiter eingegangen werden, weil sie sehr einfach ist und für deutsche Verhältnisse kein Interesse mehr hat.

Die durch die Osmose erhaltenen reinen Sirupe werden eingekocht und bei recht hohen Temperaturen zum Kristallisieren gebracht. Der daraus erhaltene Nachproduktzucker ist verhältnismäßig arm an Asche, aber reich an organischem Nichtzucker und daher bei den Käufern wenig beliebt und von ihnen geringer bewertet. Auch die Endmelasse ist von geringerem Wert und für andere Melasseentzuckerungsverfahren unbrauchbar, weil sie schlechtere Produkte gibt und ihr vor allen Dingen die Salze fehlen, welche z. B. bei dem Strontianverfahren und der Melassedestillerie eine wesentliche Rolle bezüglich der Rentabilität spielen.

Das **Ausscheidungsverfahren** ist, wenn eine genügende Menge kalten Wassers von höchstens 10—12° C zur Verfügung steht, von allen Melasseentzuckerungsverfahren, die in Verbindung mit der Rübenzuckerfabrikation betrieben werden, das beste, weil es sehr einfach ist,

geringe Kosten verursacht, reine Säfte bei geringen Zuckerverlusten liefert und sich überhaupt völlig in den Betrieb der Rübenzuckerfabrik einreiht.

Der für das Verfahren zu verwendende Kalk muß möglichst rein sein und wenig Magnesia enthalten. Frisch gebrannter Kalk ist ganz erheblich wirksamer als solcher, der bereits einige Zeit gelagert hat. Ganz besonderer Wert ist auf die feine Zerkleinerung in Unterläufer-, Schlag- oder Kugel-Mühlen und gutes Sieben des Pulvers zu legen, weil man um so weniger Kalk braucht, je staubförmiger er ist. Es ist also derjenige Kalk für die Ausscheidung sehr geeignet, der weich ist und sich leicht zermahlen läßt. Zum Sieben wählt man Messinggaze No. 110—120.

Zur **Ausführung des Verfahrens** wird die auf ungefähr 14° Brix, zuweilen auch weiter verdünnte Melasse in der Kühlmaische auf die Temperatur des Kühlwassers abgekühlt. Eine kräftige Bewegung der Flüssigkeit in der Maische ist durchaus notwendig, um die Wärmeübertragung durch die Kühlflächen zu erhöhen und um das eingeführte Kalkpulver so schnell wie möglich gleichmäßig zu verteilen. Je schneller das geschieht und je feiner das Kalkpulver ist, desto eher verbindet sich der Kalk mit dem Zucker zu dem unlöslichen Saccharat, während zu Klumpen zusammengeballtes Pulver sich mit dem Wasser zu Hydrat verbindet, sich also löscht und ganz unwirksam wird. Je mehr Kalk in dieser Weise unwirksam wird, desto mehr Wärme wird aber auch entwickelt, desto länger muß gekühlt und gemaischt werden und desto eher wird noch weiteren Kalkmengen Gelegenheit geboten, sich zu löschen. Eine möglichst schnelle Arbeit sowohl in der Kühlmaische als auch später in den Pressen ist infolge der Zersetzlichkeit des Ausscheidungsaccharates sehr zu empfehlen.

Um zu verhüten, daß sich das Kalkpulver beim Einbringen in die Maischflüssigkeit zu Klumpen zusammenballt, ist auch vorgeschlagen worden, das Pulver nicht in mehr oder weniger großen Gaben auf einmal zuzugeben, sondern es durch einen, über der Maische befindlichen Sichter als Staub über die ganze Maischflüssigkeit zu zerstäuben oder auch durch Ventilatoren in die Masse einzublasen. Eine geringe Verminderung der Kalkmengen kann dadurch wohl erzielt werden.

Bei der gewöhnlichen Arbeitsweise braucht man im allgemeinen etwa 80—120 Teile Kalk auf 100 Teile Zucker, also das 2 bis 3fache des theoretisch zur Bildung des Trisaccharates nötigen Kalkes, und

zwar umsomehr, je wärmer das Wasser ist, je weniger fein der Kalk in der Maischflüssigkeit verteilt ist und je weiter man die Entzuckerung der Endlauge treiben will. Welche Zusammensetzung das Ausscheidungsaccharat hat, ist nicht bekannt; jedenfalls ist es aber von dem durch Aufkochen von Kalk mit Zuckerlösungen entstehenden Trisaccharat in seinen Eigenschaften verschieden.

Das in der Kühlmaische gebildete Saccharat soll sofort und mit möglichst geringem Druck durch Rahmen-Filterpressen filtriert werden, damit gut auswaschbare Saccharatkuchen erhalten werden. Das Auswaschen geschieht wie das Absüßen der Filterpressen; es ist sehr darauf zu achten, daß die Preßtücher gewechselt werden, sobald sie hart zu werden anfangen, und daß das Waschwasser ebenfalls möglichst kalt ist. Wenn man die Menge des Waschwassers für die gleiche Auslaugung verringert, so vermindert man gleichzeitig auch den Zuckerverlust in der Lauge, weil dann sämtliches Waschwasser, zuweilen sogar noch etwas von der Urlauge zum Verdünnen der Melasse verwendet werden kann.

Alle Versuche, mit konzentrierter Melasselösung zu arbeiten, um wenig und konzentrierte Urlauge zu erhalten, welche dann mit Vorteil eingedampft und auf Kalisalze verarbeitet werden könnte, sind bisher gescheitert; entweder erhielt man ein unreineres, schlecht auswaschbares Saccharat oder eine schlechtere Entzuckerung.

Die früher übliche Ausfällung eines Teiles des in der Urlauge enthaltenen Zuckers als Kalksaccharat durch Erhitzen wird nur dort ausgeübt, wo man es für vorteilhaft erachtet, Melasseschlempekohle durch Eindampfen und Kalzinieren der Urlauge zu gewinnen, wo also eine Ausfällung des Kalkes so wie so erfolgen muß. Meistens läßt man aber die Urlauge, deren Menge 800—1000 v. H. der Melasse beträgt, weglaufen oder verwertet sie als Dünger.

Die **Zuführung des Saccharates in den Betrieb der Rübenfabrik** geschieht am zweckmäßigsten in bereits zerlegtem Zustande. Wird nämlich das aus den Saccharatpressen entleerte und durch eine Transportschnecke nach einem Rührgefäß (Zerreiber) gebrachte Saccharat mit Dünnsaft aufgemaischt, so zerlegt es sich in Kalkhydrat und Monosaccharat. Diese Mischung wirkt bei der Scheidung des Diffusionssaftes sehr energisch ein und man braucht nicht zu befürchten, daß bei Anwendung von Temperaturen über 70° bei der Scheidung größere Mengen des schwer löslichen Trisaccharates

entstehen, welches nur langsam durch die Kohlensäure zersetzt wird und daher den Zuckergehalt des Schlammes erhöhen kann. Solches, durch die Einwirkung höherer Temperaturen entstehendes Trisaccharat bildet sich stets, wenn das Ausscheidungssaccharat als dicker, kalter Brei dem heißen Rohsaft zugesetzt wird.

Rübenzuckerfabriken, welche nur ihre eigene Melasse in der Ausscheidungsfabrik verarbeiten, führen mit dem Saccharat etwa 2—2$^1/_2$ v. H. Kalk den Rübensäften zu, also gerade so viel, wie man meistens zur Scheidung braucht. Wo man es aber für vorteilhaft erachtet, noch zugekaufte Melasse zu entzuckern, würde man in dem Saccharat eine zu große Menge Kalk zur Scheidung bringen und die Saturation unnötig belasten. In solchen Fällen ist anzuraten, den überschüssigen Teil des Saccharates mit ziemlich viel Dünnsaft zu vermischen und das ausgeschiedene Kalkhydrat, welches sich sehr gut filtrieren läßt, durch Filterpressen abzufiltrieren. Nach der Aussüßung kann dieses Kalkhydrat der verdünnten Melasse zugesetzt werden, in welcher es sich zu Monosaccharat auflöst, wodurch etwas an Ätzkalk gespart wird.

Wenn auch das Ausscheidungsverfahren infolge der leichten Zersetzbarkeit des Saccharates geeignet ist, Melasse ohne gleichzeitige Rübenverarbeitung zu entzuckern, so bietet es doch die hauptsächlichsten Vorteile nur in Verbindung mit der Rübenarbeit, weil in dem Saccharat den Rübensäften kostenlos der nötige Kalk zu einer sehr guten Scheidung zugeführt wird und die sonstigen Betriebskosten der Ausscheidung bei der gemeinsamen Verarbeitung sehr gering sind.

Obwohl die aus dem Saccharat direkt gewinnbaren Zuckersäfte meistens eine Reinheit von 90—94 haben, welche mindestens so hoch ist, wie die der Rübensäfte, so sind jene Säfte doch wesentlich weniger kristallisationsfähig als die reinen Rübensäfte. Daher ist die Ausbeute an Rohzucker ersten Produktes aus den Füllmassen bei gleicher Reinheit derselben stets höher, wenn nur reine Rübensäfte verarbeitet werden, als wenn sie zusammen mit Saccharat verarbeitet werden. Die Ursache dieser geringeren Kristallisationsfähigkeit der Entzuckerungsäfte scheint darin zu liegen, daß gewisse, der Kristallisation besonders schädliche Nichtzuckerstoffe, hauptsächlich gewisse Kalksalze, nicht durch die Ausscheidung entfernt werden, sondern im Saccharat verbleiben und stets wieder in die Rübensäfte gelangen. Infolgedessen häufen sich diese Stoffe, ebenso wie die

Raffinose, welche mit dem Zucker durch Kalk gefällt wird, allmählich in den Melassen der mit Ausscheidung arbeitenden Fabriken an, sodaß ihre Einwirkung auf die Kristallisation von Jahr zu Jahr stärker wird. Es ist daher unbedingt notwendig, daß zeitweise die Restmelasse ganz aus dem Betriebe entfernt wird, je nach der Beschaffenheit der Rüben etwa alle 2—3 Jahre.

Befolgt man diese Vorsichtsmaßregel, so bleibt die Verminderung der Ausbeute an Zucker ersten Produktes, sowie die Verschlechterung der Beschaffenheit dieses Zuckers, der unbestreitbar für die Raffination etwas weniger geeignet ist, in gewissen Grenzen. Die Rentabilität der Ausscheidung ist solange jedenfalls vorhanden, wie die damit erhaltenen Rohzucker nicht niedriger bewertet werden als reine Rübenzucker.

Wie zur Reinigung der Säfte, so sind auch zur Zuckergewinnung aus der Melasse **elektrolytische Verfahren** unter Anwendung der Dialyse durch eine Membran empfohlen worden. Von einem gewissen Interesse ist eines dieser Verfahren, welches neben der Gewinnung einer größeren Menge des Zuckers die Gewinnung der Nichtzuckerstoffe anstrebt und in dieser hauptsächlich seine Rentabilität sucht. Es wird dabei eine für Zucker undurchlässige Membran und eine eigenartige Quecksilber-Kathode angewendet. Die durch die Wirkung des elektrischen Stromes an der Kathode ausgeschiedenen Alkalimetalle lösen sich in Quecksilber; dieses wird stetig aus dem Kathodenraum entfernt; außerhalb des Apparates werden die Amalgame der Alkalimetalle mit Wasser zersetzt, worauf das Quecksilber wieder stetig in den Apparat zurückgeführt wird. Die Säuren gehen durch die Membran zur Anode aus Eisen und bilden dort Eisensalze, welche durch Kalk kontinuierlich in Kalksalze übergeführt werden, sodaß schließlich eine konzentrierte Lösung dieser entsteht.

Die Reinheit der Melasse steigt aber nur auf ungefähr 75, so daß nur ein kleiner Teil des Zuckers in minderwertiger Form gewonnen wird. Außer den Alkalien sollen die aus den Kalksalzen zu gewinnenden organischen Säuren ein wertvolles Nebenprodukt sein. Ob der Erlös aus diesen Nebenprodukten aber genügt, um das Verfahren rentabel zu machen, erscheint sehr zweifelhaft.

Die **Verwendung der Melasse als Futtermittel. Der Futterwert der Melasse** beruht zum größten Teil auf ihrem Gehalt an Zucker, dann auch auf der die Verdauung befördernden Eigenschaft

der Salze. Sie wirkt also nicht nur als ein sehr leicht verdauliches Nahrungsmittel, sondern auch als ein Gewürz, welches den Appetit der Tiere anreizt und sie zu der Aufnahme und Verdauung solcher Futtermittel anregt, welche für sich allein ungern genommen werden.

Da die große Zähflüssigkeit der Melasse in kaltem Zustande ihrer Verwertung als Futtermittel hinderlich ist, besonders in den kleineren Landwirtschaften, denen es an Einrichtungen zum Anwärmen und Verdünnen der Melasse fehlt, so bevorzugt man vielfach **Mischungen der Melasse** mit Torfmehl oder Futtermitteln, welche die Melasse aufzusaugen vermögen. Diese Gemische bilden eine mehr oder weniger trockene und bröckelige Masse und können leicht abgeteilt werden.

Die Herstellung der Gemische erfolgt meistens in den Zuckerfabriken mittelst geeigneter Mischmaschinen, in denen die Mischstoffe mit heißer Melasse gemengt werden. Die Temperatur der Melasse soll im allgemeinen 80° nicht überschreiten, weil sonst die Abkühlung des Futters zu langsam vor sich geht und leicht eine nachträgliche Erhitzung des in Haufen gelagerten Gemisches eintritt. Bei dem Vermischen mit Malzkeimen oder ähnlichen Stoffen, die hohe Temperaturen nicht ohne Bräunung vertragen oder sauere Reaktion haben, sind die Temperaturen unter 80° zu wählen.

Das fertig gemischte Futter muß in flachen Haufen vollständig abgekühlt sein, ehe es gesackt oder in größere Haufen gelagert werden darf. Am besten ist es, wenn die Mischungen, besonders diejenigen mit Futtermitteln möglichst frisch verfüttert werden, da sie bei längerer Lagerung in mancher Beziehung doch etwas leiden. Melassefutter, welches feucht wird, verdirbt sogar sehr leicht und ist dann dem Vieh schädlich. Daß die zum Vermischen dienende Melasse nicht durch Dampfschnattern angewärmt werden darf, sondern durch geschlossene Schlangen, ist dann zu berücksichtigen, wenn die Melasse bereits vorher auf 80° Brix verdünnt worden ist. Mischfutter, welche dünnere Melasse als etwa 78° Brix enthalten, sind wenig haltbar und entmischen sich auch leicht, besonders im Sommer.

XXIII.

Der Kesselhausbetrieb.

Es kann hier nicht der Ort sein, die Ökonomie und Technik des Kesselhausbetriebes und der Feuerungen eingehend zu behandeln, sondern es sollen nur diejenigen Punkte erörtert werden, welche den Kesselhäusern der Zuckerfabriken eigentümlich sind. Immerhin muß zunächst hervorgehoben werden, daß eine gute Ausnützung der Kohle nur mit guten Kesselsystemen und richtigen Rostanlagen und bei richtiger Bedienung der Feuerungen und ständiger Überwachung des Betriebes zu erreichen ist. Da gute Heizer immer schwieriger für die kurze Arbeitzeit der Rohzuckerfabriken zu beschaffen sind, so werden jetzt vielfach selbsttätig wirkende Feuerungen eingeführt, besonders solche, welche die Verwertung von minderwertigem Brennstoff zulassen. Mit diesen Feuerungen verbindet man dann gleichzeitig Einrichtungen zum mechanischen Transport der Kohlen. Die zur Überwachung nötigen Arbeiten müssen möglichst sorgfältig gemacht werden, so vor allem das Abwiegen der Brennstoffe, die Messung des Speisewassers, die Untersuchung der Verbrennungsgase in Durchschnittsproben oder durch selbsttätig arbeitende Apparate, die Überwachung des Dampfdruckes durch selbsttätig aufzeichnende Manometer, die Messung der Temperaturen des Speisewassers und der abziehenden Verbrennungsgase durch selbsttätig aufzeichnende Thermometer und die Überwachung der Zugverhältnisse durch Zugmesser an den Kesseln und am Kamin.

Da die Rübenzuckerfabriken gerade zu einer Zeit die Brennstoffe brauchen, wo auch andere Verbraucher erhöhten Bedarf an Kohlen haben und die Betriebsmittel der Eisenbahn sehr stark in Anspruch genommen werden, so sind sie genötigt, soweit sie Steinkohlen benutzen, einen großen Teil ihres Bedarfes bereits im Sommer zu beziehen. Bei Braunkohlen ist eine solche frühe Anlieferung möglichst zu vermeiden; sie behalten nur dann bei der Lagerung ihren Wert, wenn sie fest aufeinander gefahren werden, sodaß sie eine kompakte Masse bilden, was nicht immer durchführbar ist. Aber auch viele Steinkohlen verlieren an Wert, wenn sie in ungeeigneter Weise und ohne Aufmerksamkeit gelagert werden. Sie erwärmen sich infolge der Oxydation von Schwefelkies und der Kohlenbestand-

teile selbst und können dann leicht auch in Brand übergehen. Verhinderung der Erwärmung wird empfohlen, die Kohlen mit reichlichen Mengen Wasser zu übergießen, wenn die Temperatur in ihnen über 50° steigt. Abkühlung durch Lüftung hat sich nicht bewährt, da die Luft sich meist nicht da bewegt, wo die stärkste Erwärmung ist. Bei bereits eingetretenem Brande der Kohlen wird die Einleitung von Dampf oder von Kohlensäure als ein sicheres Löschmittel empfohlen. Sehr nützlich, aber recht kostspielig ist die Lagerung der Kohlen unter einem Dach. Auf jeden Fall ist es notwendig, in den Steinkohlenhaufen bei längerer Lagerung ständig die Temperaturen durch eingesteckte Thermometer zu überwachen, um bei dauernd steigender Temperatur rechtzeitig Gegenmaaßregeln treffen zu können.

Die **besonderen Verhältnisse in den Kesselhäusern der Zuckerfabriken** sind teils günstiger, teils ungünstiger Natur. Sehr vorteilhaft ist das **Vorhandensein eines heißen und reinen Speisewassers,** zu welchem das destillierte Wasser der Verdampfapparate dient. Die Temperatur dieser Wässer richtet sich nach dem Druck, unter welchem der Dampf kondensiert ist. Das heißeste Wasser kommt aus den Heizkammern der Saftkocher und der ersten Körper der Vielkörperapparate mit Temperaturen von 110—120°. In manchen Fabriken sammelt man diese heißen Wässer unter Druck in geschlossenen Behältern an und pumpt sie getrennt von den anderen in die Kessel, sodaß sie mit den hohen Temperaturen über 100° dort hineingelangen. Da man aber mit diesen sehr heißen Wässern allein nicht auskommt, sondern die Brüdenwässer aus den anderen Apparatkörpern, welche unter 100° warm sind, zum Teil dazu nehmen muß, so kann man die zum Speisen nötigen Wässer ohne Schaden zusammen in ein gemeinsames Sammelgefäß führen, wo sich die über und unter 100° heißen Wässer direkt vermischen und so ein stets gleichmäßig annähernd 100° warmes Speisewasser geben. Wenn man die Brüdenwässer aus den Dicksaftkörpern, welche etwa 75—80° warm sind, nur im Notfalle zum Speisen nimmt, sonst aber zu anderen Betriebzwecken verwertet, so darf die Temperatur des Speisewassers nicht unter 90—95° sinken. Die zum Speisen mit einem solchen heißen Wasser dienenden Pumpen arbeiten ohne Störung, wenn sie mit Steuerung der Saugventile versehen sind und wenn das Wasser den Pumpen zuläuft.

Die heißen Kondensationswässer enthalten häufig Bestandteile, welche den Kesseln schaden können, nämlich Zucker und Öl.

Das Ammoniak, welches die Brüdenwässer enthalten, schadet dagegen in keiner Weise, sondern wirkt als alkalisch wirkender Stoff eher noch günstig ein.

Die **durch den Zucker hervorgerufenen Schädigungen der Kessel** können zweierlei Art sein, nämlich chemischer oder mechanischer Natur. Welche Art der Schädigungen auftritt, hängt von der Menge des in die Kessel gelangenden Zuckers ab. Werden nur geringe Mengen Zucker nach und nach in die Kessel gespeist, so wird der Zucker je nach der Temperatur des Kesselwassers mehr oder weniger schnell zerstört, indem die verschiedenartigsten Säuren entstehen ohne Ausscheidung merklicher Mengen fester Zersetzungsprodukte. Gelangen jedoch große Mengen Zucker auf einmal in den Kessel, so brennt sich der Zucker an den heißesten Stellen der Flammrohre fest; es bildet sich eine Schicht poröser Kohle, deren Dicke sehr schnell soweit zunimmt, daß das Kesselblech darunter glühend wird und sich durch den inneren Druck nach außen ausbeult. Eine solche Wirkung wird bereits durch eine Schicht von einigen Millimetern Dicke hervorgerufen.

Diese Art der Schädigung der Kessel durch zuckerhaltiges Speisewasser ist jedenfalls die gefährlichste, weil sie sehr schnell, schon einige Stunden, nachdem die großen Mengen Zucker in den Kessel gelangt sind, auftritt. Hier hilft kein anderes Mittel, als **sofortiges Stillsetzen des ganzen Kesselhauses** oder Außerbetriebsetzung der Zucker enthaltenden Kessel und Abblasen des Kesselwassers. Man soll in diesem Falle nicht zögern, da die kurze Betriebstörung in gar keinem Verhältnis zu der Schädigung steht, welche ein Ausbeulen der Flammrohrplatten während der Kampagne veranlaßt. Je höher die Spannung des Dampfes in den Kesseln ist, desto schneller geht die Zersetzung des Zuckers vor sich; daher ist bei Kesseln mit hohem Dampfdruck verschärfte Aufmerksamkeit in dieser Beziehung nötig. Sind die Ausbeulungen nicht zu tief und das Blech von guter Beschaffenheit, so kann man die Beulen wieder zurückdrücken und somit die Kessel wieder in kurzer Zeit betriebsfähig machen. Jedenfalls sollte man diese, nur wenig Kosten verursachende Arbeit stets versuchen, ehe man die kostspielige und zeitraubende Auswechselung der Bleche vornimmt.

Wenn die oben angeführten Vorsichtsmaaßregeln gegen das Auftreten der Saftverluste in den Verdampfapparaten befolgt werden und wenn die kondensierten Wässer der Vorwärmer, in denen der

Druck im Saftraume größer ist als im Dampfraume, sowie auch die aus den Verkochapparaten nicht zum Speisen genommen werden, so kann man fast sicher sein, daß man im regelmäßigen Betriebe keine größeren Zuckermengen in die Kessel bekommen kann. Anders liegt die Sache aber, wenn eine Störung im Betriebe der Verdampf- oder Vakuumapparate eintritt, sodaß die Luftleere aus den Apparaten verschwindet und der Druck im Saftraum gleich demjenigen des Dampfheizraumes wird. Alsdann können sehr große Mengen Saft durch ein undichtes Rohr oder durch eine undichte Schlange in den Dampfraum gelangen und von dort aus in das Speisewasser. Man sollte daher nach solchen Betriebstörungen das Speisewasser sofort auf Zucker untersuchen, zunächst durch bloßes Schmecken, dann im Laboratorium, um es bei Anwesenheit von Zucker nicht zum Speisen zu verwenden, sondern statt dessen frisches Wasser zu nehmen.

Die zweite Art der Schädigung der Kessel durch den Zucker des Speisewassers ist chemischer Natur, indem die aus dem Zucker entstehenden Säuren die Bleche korrodieren. Die Art und Stärke der Korrosionen hängt zunächst von der Menge des in die Kessel gekommenen Zuckers, dann von der Höhe des Dampfdruckes, also der Temperatur, und schließlich von der Dauer der Einwirkung ab. Je höher die Temperatur des Kesselwassers ist, desto schneller wird der Zucker in Säuren übergeführt. Während demnach in den Kesseln für Kochzwecke, in denen der Dampfdruck meistens 2 Atmosphären nicht überschreitet, der Zucker nur sehr langsam zersetzt wird, geht die Zersetzung in denjenigen mit hochgespanntem Dampf von 6 Atmosphären (164^{0} C) sehr schnell vor sich; da die gebildeten Säuren bei dieser hohen Temperatur das Eisen energischer angreifen, so treten die Korrosionen in diesen Kesseln sehr bald und in starkem Maaße auf.

Daß geringe Mengen Zucker während des Betriebes in die Kessel kommen, ist garnicht zu vermeiden. Um sich vor den Schädigungen, welche auch diese hervorrufen, zu schützen, muß das Kesselwasser durch Zusatz von Soda alkalisch gehalten und diese Alkalität regelmäßig in jeder Schicht und in jedem Kessel untersucht werden. Zu hoch darf die Alkalität nicht werden, weil das Kesselwasser sonst zu stark schäumt; am zweckmäßigsten ist eine Alkalität entsprechend 10 ccm $^{1}/_{10}$ Normalsäure auf 100 ccm

Kesselwasser (Indikator-Rosolsäure). Nimmt die Alkalität stark ab, so ist Zucker in die Kessel gekommen und man kann aus dieser Abnahme sogar die Menge des Zuckers berechnen, der in die Kessel gelangt ist, weil 0,0114 g Zucker 1 ccm 0,1 Normallauge neutralisieren oder 2 kg Zucker ungefähr 1 kg kohlensaures Natron.

Es ist unbedingt nötig, das Wasser eines jeden Kessels für sich in jeder Schicht zu untersuchen, da es sehr wohl möglich ist, daß ein Kessel erheblich mehr Zucker enthält, als die anderen, weil er gerade gespeist wurde, als größere Zuckermengen im Speisewasser enthalten waren. Eine sofortige Untersuchung des Wassers aller Kessel ist ferner nötig, sobald der bekannte Geruch des Dampfes nach zersetztem Zucker wahrgenommen wird oder wenn eine merkliche Zunahme der Färbung des Kesselwassers zu sehen ist und dabei starkes Schäumen auftritt. Eine dunklere Färbung des Kesselwassers ist aber an und für sich gar nicht schädlich, wenn das Wasser nur alkalisch ist.

Einen gewissen Schutz gegen die Einwirkung des Zuckers
len Kesselplatten. Eine
ohl in allen Kesseln, da diese
n Sonntags einige Stunden mit
en. Dieser Schutz ist aber nicht
ich allmählich von den Platten

Die **Vorschriften, um Schädigungen der Kessel durch den Zucker zu verhüten,** lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

1. Alleinige Verwendung der Brüdenwässer der Verdampfapparate zum Speisen und Untersuchung derselben auf Zuckergehalt, ehe sie zum Kesselspeisen verwendet werden, sobald durch eine Störung des regelmäßigen Betriebes der Verdampfapparate die Luftleere nicht mehr die normale ist.
2. Einhaltung einer bestimmten Alkalität des Kesselwassers durch Zusatz von Soda zum Speisewasser und regelmäßige Untersuchung der Alkalität des Kesselwassers aus jedem Kessel für sich.
3. Sofortige Außerbetriebsetzung derjenigen Kessel, in denen trotz Befolgung von 2) plötzlich eine stark saure Reaktion, sehr dunkle Färbung des Kesselwassers und starkes Schäumen bemerkt wird.

4. Sofortige Untersuchung des Kesselwassers, sobald der bekannte Geruch oder eine merklich dunklere Färbung des Wassers in den Wasserstandgläsern auftritt, und Verfahren nach 3).
5. Speisen der Kessel vor der Kampagne mit gewöhnlichem Stein absetzendem Wasser, um eine dünne, schützende Steinschicht zu erzeugen.
6. Die Brüdenwässer sind zu Beginn der Kampagne erst dann zum Speisen der Kessel zu verwenden, wenn sie ganz klar und ungefärbt sind.

Die Brüdenwässer, welche durch Kondensation des Maschinenabdampfes erhalten werden, enthalten **das Öl**, welches zum Schmieren der Dampfzylinder gedient hat. Da die vegetabilischen oder animalischen Öle oder Fette sich in dem heißen Kesselwasser in freie Fettsäuren spalten, die das Eisen angreifen, so muß die Verwendung solcher Öle durchaus vermieden werden. Man kann das um so eher, als es für die Schmierung der Zylinder sehr geeignete Mineralöle gibt, welche als reine Kohlenwasserstoffe keine Säuren bilden. Aber auch diese Öle sind für die Kessel nicht gefahrlos, wenn sie in größeren Mengen hineingelangen, weil sie Wärmestauungen hervorrufen, also das Sieden erschweren, und weil sie mit dem lockeren Schlamm, der sich in fast jedem Kesselwasser vorfindet, zähe Klumpen bilden können, die sich leicht auf die Flammrohre absetzen und dort die Wärmeabgabe an das Kesselwasser so stark verhindern, daß die Platten leicht glühend werden.

Gegen diese Schädigungen kann man sich am sichersten durch Ölabscheideapparate schützen, welche in die Abdampfleitung vor den Verdampfapparaten eingeschaltet werden und das Öl bis auf sehr geringe Mengen abfangen; dadurch wird auch gleichzeitig die schädliche Wirkung des Öls auf die Wärmeübertragung in dem Verdampfapparat beseitigt. Filter zum Abfiltrieren des Öls aus dem Wasser haben sich nicht bewährt. Ein Teil des Öls wird auch dadurch beseitigt, daß man die zum Ansammeln des Speisewassers dienenden Kasten ziemlich groß nimmt und mit Überlauf versieht. Das im Wasser verteilte Öl hat dann Zeit, sich teilweise auf der Oberfläche zu sammeln und kann durch zeitweises Überlaufenlassen entfernt werden. Selbstverständlich ist es vorteilhaft, recht sparsam bei der Schmierung der Dampfzylinder zu sein, um überhaupt nicht viel Öl in das kondensierte Wasser überzuführen.

Der **ölhaltige Schlamm** hat noch in anderer Hinsicht unangenehme Wirkungen. Ehe er sich zu Boden setzt, schwimmt er als lockere Masse in und auf dem Wasser und verstopft sehr leicht die Wasserstandhähne. Als Mittel gegen diesen Übelstand empfiehlt sich die Anbringung eines gebogenen Bleches im Inneren an der Stirnwand des Kessels, welches in senkrechter Lage so vor den Wasserstandstutzen steht, daß es unten bis auf die Flammrohre in das Wasser taucht, während es oben bis beinahe an die Kesselwand reicht. Dadurch wird vor den Stutzen ein Raum geschaffen, in welchem das Wasser sich in verhältnismäßiger Ruhe befindet, sodaß etwaiger Schlamm, der von unten her hineinkommen könnte, sich wieder zu Boden senken muß, während von oben her kein Schlamm, auch nicht beim Schäumen des Kesselinhaltes, hineingelangen kann.

Die abziehenden **Verbrennungsgase** haben gewöhnlich eine Temperatur von 200—300°, häufig bei starker Anstrengung der Kessel auch mehr, bis zu 400°; diese Temperatur ist zu Anfang der Kampagne stets niedriger als gegen Ende, wo sie durch die verringerte Wärmeübertragung der einerseits mit Kesselstein, andererseits mit Ruß bedeckten Heizflächen bis zu 100° höher wird. Zur Ausnützung der darin enthaltenen großen Wärmemengen legt man in den Fuchs Vorwärmer für das Speisewasser, durch welche dieses auf 140—150° gebracht werden kann, oder Überhitzerrohre. Die Speisewasseranwärmer haben sich vielfach bewährt, dagegen ist man überall davon abgekommen, Überhitzer in den Fuchs zu legen, da dort die Temperatur zu niedrig ist und zu große Heizflächen beansprucht werden. Überhitzer werden jetzt fast nur noch an Stellen eingebaut, wo die Temperatur der Gase noch ungefähr 500° ist, z. B. direkt hinter den Flammrohren.

In manchen Kesselhäusern liegen Kessel mit hochgespanntem Dampf neben solchen mit niedriger Spannung, von denen die ersteren den Dampf für die Maschinen mit 6—8 Atmosphären oder mehr Spannung liefern, während die letzteren den Dampf für die Kochzwecke mit etwa 2—3 Atmosphären abgeben. Wenn eine solche **Teilung der Kessel** deshalb geschieht, weil neu aufgestellte Kessel für den hohen Druck konstruiert sind und die alten Kessel mit niedrigerer Spannung noch im Betriebe behalten werden sollen, so ist sie richtig und zu billigen. Erfolgt die Teilung in Betriebs- und Koch-Dampfkessel aber aus dem Grunde, um vorteilhafter zu arbeiten, so waltet dabei ein

Irrtum ob. Mit einer bestimmten Menge Kohle erzeugt man unter gleichen Umständen ungefähr ebensoviel Dampf von 6—8 Atmosphären, wie Dampf von 3 Atmosphären; denn obwohl im ersteren Falle die Temperaturdifferenz zwischen Heizgasen und Kesselinhalt etwa 25° geringer ist, ist die Wärmeübertragung doch kaum geringer, weil der Transmissions-Koeffizient mit den höheren Temperaturen zunimmt. Die Wärmeverluste in den abziehenden Verbrennungsgasen werden daher in beiden Fällen kaum verschieden sein. Ferner geht auch bei der Überführung des Dampfes von höherer Spannung auf eine Spannung von 2—3 Atmosphären durch ein gedrosseltes Ventil keine Wärme verloren. Man erreicht also tatsächlich durch die Teilung der Kessel in zwei Systeme keine wesentlichen Vorteile, hat aber alle Nachteile derselben, besonders erschwerte Aufsicht und Bedienung. Eine Batterie von Kesseln mit gleicher Dampfspannung läßt sich viel gleichmäßiger befeuern als zwei, von denen die eine kleinere, welche den Dampf für die Verdampfung und Verkochung liefert, außerordentlich verschieden beansprucht wird und daher nicht sparsam beheizt werden kann. Werden die Unregelmäßigkeiten der Dampfentnahme aber auf das ganze Kesselsystem verteilt, also auf ungefähr die dreifache Zahl der Kessel, so brauchen die Feuerungen nur wenig verstärkt oder abgeschwächt zu werden und die Heizer werden gleichmäßig angestrengt. Bei getrennten Kesselbatterien sind auch doppelte Dampfleitungen nötig, in denen die Abkühlungsverluste natürlich größer sind, als in einer von etwas größerem Durchmesser.

Besondere Aufmerksamkeit muß den Kesseln nach der Kampagne zu Teil werden. Da die Kessel nur 2—3 Monate im Betriebe sind, die übrige Zeit des Jahres aber kalt gestellt werden, so leiden sie wie alle Eisenteile in der Fabrik stark durch Rostbildungen, wenn man nicht geeignete Vorkehrungen trifft. Das beste Mittel, um die Rostbildung im Innern der Kessel und auf den äußeren Wandungen, besonders in den Zügen zu verhüten, ist eine sofortige und sorgsame Reinigung nach Schluß der Kampagne und gutes Austrocknen und Trockenhalten. Zunächst sind also die Züge von Flugasche und Ruß gründlich zu befreien, dann der Steinansatz im Innern zu beseitigen und schließlich ist durch geeignete Lüftung, welche auch durch Erwärmung mittels eines Feuers unterstützt werden kann, Kessel und Mauerwerk zu trocknen und trocken zu halten. Anstrichmittel zur Verhütung der Rostbildung sind für die Kessel nicht zu empfehlen; zuweilen wird empfohlen, die Kessel im Innern mit Teer zu bestreichen,

aber es ist sehr zweifelhaft, ob dieses nützlich ist, und es ist stets eine Gefahr für die Arbeiter vorhanden, da aus dem heißen Teer leicht entzündliche Gase sich entwickeln. Gleiche Aufmerksamkeit wie den Kesseln ist den Überhitzern und Speisewasservorwärmern nach der Kampagne zu widmen.

XXIV.

Der Kalkofenbetrieb.

Von den verschiedenen **Arten der Kalköfen** haben sich in den Zuckerfabriken am besten die sogenannten belgischen Kalköfen, welche ohne besondere Vorfeuerung allein durch den mit den Kalksteinen von oben eingeworfenen Kokes beheizt werden, und die Öfen mit Generatorfeuerung bewährt. Der geringste Verbrauch an Brennstoffen findet im allgemeinen in den belgischen Öfen statt; da aber diese gewöhnlich nur mit gutem und möglichst aschenarmem Koks beschickt werden, während die Öfen mit Generatorfeuerung mit den billigsten Brennstoffen geheizt werden können, so ist die Geldausgabe für die Heizung bei beiden Systemen wohl kaum verschieden.

Ein guter und richtig geleiteter Kalkofen muß gut gebrannten Kalk und ein an Kohlensäure reiches Saturationsgas liefern.

Die **Auswahl der Kalksteine** ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung für den Betrieb, jedoch läßt sich die Güte des Kalksteines nicht allein aus der chemischen Analyse ableiten, denn diese gibt keinen Aufschluß darüber, ob der Kalkstein sich leicht oder schwer garbrennen läßt und ob die fremden Bestandteile eine schädliche Wirkung ausüben werden. Hierfür ist meistens die äußere Beschaffenheit und Struktur des Kalksteins maßgebend, und für die Wirkung der fremden Bestandteile kommt weniger ihre Menge, als ihre Verteilung im Stein in Betracht. Immerhin wird man aber Kalksteine, die nach der Analyse einen größeren Gehalt an fremden Bestandteilen zeigen, als weniger brauchbar ansehen können und wenn möglich durch reinere ersetzen. Diese Verunreinigungen schaden nicht nur durch eine mögliche Verschlechterung der Säfte, sondern sie können auch beim Brennen Übelstände hervorrufen. Besonders beeinflußt die Kieselsäure die Güte des gebrannten Kalkes insofern,

als sie seine Ablöschfähigkeit stark herabdrückt; unter Umständen genügt bereits ein Gehalt von ungefähr 6 v. H. Kieselsäure, um den Kalk in kurzer Zeit tot zu brennen, d. h. es entsteht ein Kalk, der sich nicht mehr unter Wärmeentwicklung und in kürzerer Zeit löscht. Tonerde, Eisen und Mangan allein wirken nicht schädlich auf den Kalk, aber Eisen in Verbindung mit Tonerde und Kieselsäure begünstigt das Aufschließen der Tonerde, die somit dann auch einen Einfluß auf das Totbrennen gewinnt. Ein Schwefelgehalt, sowohl des Kalksteines als des Brennstoffes, wirkt immer nachteilig auf die Ablöschfähigkeit des Kalkes, da der Schwefel zur Bildung von Gips Veranlassung gibt, welcher schädlich einwirkt. Alkalien, die stets nur in sehr geringen, kaum merklichen Mengen vorhanden zu sein scheinen, können dann, wenn sie stellenweise in größeren Mengen vorkommen sollten, durch Aufschließen anderer Beimengungen schädlich wirken. Natürlich hängt die Wirkung aller Beimengungen bezüglich ihrer Größe ganz von der Brenndauer und Brenntemperatur ab und, wie oben bereits angeführt, von der Struktur des Kalksteines.

Das **Brennen des Kalksteines zu Kalk** ist eine Dissoziation des kohlensauren Kalkes, welche, wie alle Dissoziationen, von der Temperatur und dem Drucke des Gases abhängt. Bei ungefähr 800° ist bereits eine geringe Zersetzung des kohlensauren Kalkes nachweisbar, aber erst bei etwas über 900° wird sie merklicher. Bei Temperaturen, die unter diesen Zersetzungstemperaturen liegen, also bei dunkler Rotglut nimmt der gebrannte Kalk wieder mit größter Energie Kohlensäure auf, während er bekanntlich bei gewöhnlicher Temperatur trockene Kohlensäure nicht absorbiert. Daraus folgt die Wichtigkeit eines schnellen Abzuges der Kohlensäure aus dem Kalkofen.

Für den praktischen Betrieb genügt für alle Kalksteine ein mehrstündiges Erhitzen auf etwas über 1000°, um sie vollständig gar zu brennen. Die tatsächlich ermittelten Höchsttemperaturen sind 1200 bis 1300°. Diese sind also ausreichend, um auch grobe Kalksteinstücke in kurzer Zeit mit Sicherheit gar zu brennen. Höhere Temperaturen als 1200—1300° sind, besonders für längere Einwirkung, zu vermeiden. Selbst ganz reiner Kalkstein wird durch 5—6stündiges Erhitzen auf ungefähr 1600° in einen Zustand versetzt, in welchem sich der Kalk erst nach tagelangem Stehen mit Wasser ablöscht, praktisch also totgebrannt ist; enthält er geringe Mengen Kieselsäure, so kann dieselbe Wirkung schon bei niedrigeren Temperaturen und in kürzerer Zeit hervorgerufen werden.

Die **Größe des Ofeninhaltes** richtet sich natürlich zunächst nach der Menge Kalk, welche der Ofen in 24 Stunden schaffen soll. Wo man den Kalk billiger kaufen kann, als selbst brennen, wählt man die Ofengröße so, daß man nur soviel Kalk selbst erzeugt, wie zur Herstellung der für die Saturation nötigen Kohlensäure erforderlich ist. Da zum Brennen von 100 Teilen Kalkstein etwa 10—12 Teile Brennstoff (Kokes oder Kohle) nötig sind, so stammt ungefähr die Hälfte der erzeugten Kohlensäure aus dem Brennstoff, die andere Hälfte aus dem Kalkstein. Wenn daher zwei Drittel der in den Saft eingeführten Kohlensäure des Saturationsgases ausgenutzt werden, so kann man mit der im Kalkofen erzeugten Kohlensäure ungefähr ein Drittel mehr Kalk aussaturieren, als im Ofen gebrannt wird, und soviel Kalk kann man dann zukaufen.

Weiter hängt die Größe des Ofeninhaltes von dem mehr oder weniger starken Betriebe ab, also von der Leistung der Kohlensäurepumpe. Je mehr Gas abgesaugt wird, desto intensiver geht die Verbrennung im Ofen vor sich, desto höher ist die Schicht, welche die höchste Temperatur von ungefähr 1200° hat, und desto höher ist überhaupt diese höchste Temperatur. Je intensiver der Ofen also betrieben wird, desto leistungsfähiger wird er sowohl in Bezug auf die Kalkerzeugung, als auch auf die Kohlensäureerzeugung, desto geringer ist auch der Brennstoffverbrauch. Die Zone der höchsten Temperatur wird größer, wenn der Ofen bei entsprechend geringerem Durchmesser höher ist. Die Höhe des Ofens sollte man nicht unter 10—12 m nehmen und auf Grund dieser Höhe dann den Durchmesser des Ofens für die geforderte Leistung berechnen. Selbstverständlich muß die Verbrennungzone so liegen, daß die abziehenden heißen Gase sich noch genügend an den überliegenden Kalksteinen abkühlen und diese vorwärmen; hierauf ist besonders bei den belgischen Öfen zu achten, bei welchen die Verbrennungzone leicht bald zu hoch, bald zu niedrig im Ofen sein kann. Ebenso muß unter der Verbrennungzone der Abkühlungsraum so groß sein, daß der Kalk abgekühlt abgezogen wird.

Auf einen dicht schließenden Mantel oder eine gute Ummauerung des Ofens ist besonders zu achten, ebenso darauf, daß die Stoßlöcher stets gut geschlossen sind, damit jede Nebenluft abgehalten wird.

Eine Zerkleinerung des Kalksteines in gleichmäßige, kleine Stücke ist vorteilhaft, aber nicht unbedingt nötig. Jedenfalls kann man in einem intensiv betriebenen Ofen die Zerkleinerung unterlassen,

wenn die Arbeitslöhne hoch sind. Kalksteingrus sollte man niemals einwerfen, weil dieses, besonders bei Öfen von kleinerem Durchmesser, ein Festsetzen des Inhaltes veranlassen und den Zug verengen kann. Den mit den Kalksteinen einzuwerfenden Kokes sollte man stets möglichst zerkleinern, damit er in der Zersetzungzone auch wirklich verbrennt und nicht erst teilweise in der Abkühlungzone.

Das **Abziehen des gebrannten Kalkes** nimmt man zweckmäßig nicht zu selten vor, am besten alle 4 Stunden. Dadurch wird der Ofeninhalt häufiger in Bewegung gesetzt, der Kalk bleibt nicht zu lange in der Verbrennungzone und brennt sich daher nicht fest und nicht tot. Das Festsetzen oder Festbrennen des Ofeninhaltes ist meist eine Folge der Schlackenbildung an der Ofenwandung; die Kalksteine stellen sich dann über dieser Stelle zu einem regellosen Gewölbe zusammen, welches durch lange Stoßstangen, die durch die Stoßlöcher eingeführt werden, losgestoßen werden muß. Zuweilen sitzen die Steine so fest aufeinander, besonders bei Öfen von kleinem Durchmesser, daß es stundenlanger Arbeit bedarf, ehe der Inhalt nachfällt.

Gleich nach dem Ziehen des Kalkes muß der Ofen oben nachgefüllt werden. Dieses Nachfüllen muß möglichst schnell geschehen, weil während dieser Zeit das Saturationsgas durch die von oben eingesaugte Luft verdünnt und daher auch die Saturation verlangsamt wird. Beim Füllen müssen Kalksteine und Kokes gleichmäßig verteilt eingeworfen werden.

Sehr vorteilhaft sind Einrichtungen zum mechanischen Beschicken des Ofens mit Kalksteinen und Kokes und zum stetigen Abziehen des Kalkes; dadurch wird an Arbeitslöhnen gespart und der Betrieb des Ofens gleichmäßiger gestaltet. Die Arbeiter leiden dann auch fast garnicht mehr unter Staub und Hitze.

Besondere Aufmerksamkeit verlangt die **Inbetriebsetzung des Ofens.** Der Ofen ist zunächst durch ein schwaches Holzfeuer mehrere Tage lang langsam auszutrocknen. Bei den Öfen mit Vorfeuerung kann man den Raum bis zu den Feuerungen einfach mit Kalksteinen anfüllen, und höher hinauf mit Steinen, gemischt mit Kokes. Die Vorfeuerung wird dann langsam in Betrieb gesetzt und nach genügender Anwärmung des Mauerwerkes in volle Glut gebracht. Nach 24 Stunden beginnt man mit dem Abziehen der unten lagernden Steine und nach 48 Stunden kann man garen Kalk abziehen, wenn die Pumpe richtig arbeitet.

Bei den belgischen Kalköfen baut man zunächst bis zur Abzugsöffnung einen Sockel von Kalksteinen, schüttet darüber Hobelspäne oder Reisig und klein gehacktes Holz etwa 1—2 m hoch und dann eine Schicht Kokes. Über dieser beginnt die regelmäßige Füllung mit Kalksteinen und Kokes im erprobten Verhältnis (10—12:1); zu empfehlen ist aber, für die unteren Schichten etwas mehr Kokes zu nehmen und den Ofen zunächst noch nicht ganz voll zu füllen. Das Holz wird dann von unten her angezündet und, sobald das Feuer soweit gestiegen ist, daß die Kalksteine glühend werden, wird die Kohlensäurepumpe in Betrieb gesetzt und der Ofen ganz gefüllt. Man beginnt nun auch mit dem Abziehen, anfangs etwas weniger als üblich, und erhält so 2 Tage nach dem Anheizen garen Kalk und ein reiches Saturationsgas.

Das aus dem Ofen abgesaugte Saturationsgas enthält die Verbrennungsgase und die Kohlensäure des Kalksteines, welchen dann noch mehr oder weniger Flugasche des Brennstoffes beigemengt ist. Je nach der Höhe des Ofens entweicht das Gasgemenge mit mehr oder weniger hoher Temperatur, welche jedoch niemals so hoch steigen sollte, daß die Abzugleitungen glühend werden. Vor der Verwendung zur Saturation müssen die Gase abgekühlt und von den schädlichen Bestandteilen gereinigt werden. Zu diesem Zwecke genügt eine rein **mechanische Reinigung durch Waschapparate, Laveure** genannt, denn die außer der Kohlensäure, dem Stickstoff und geringen Mengen Sauerstoff im Saturationsgase vorkommenden Gase, wie Kohlenoxyd und schwefelige Säure äußern in den Säften keine schädliche Wirkung; die schwefelige Säure wirkt sogar wie die Kohlensäure saturierend. Diese Bestandteile brauchen demnach nicht entfernt zu werden. Eine schlechte Einwirkung auf die Säfte kann der bei zu wenig Luftzuführung im Ofen entstehende Schwefelwasserstoff ausüben, jedoch kann man seine Entstehung bei richtiger Leitung des Kalkofenbetriebes, wenn man die reduzierende Zone darin nicht zu groß werden läßt und vermeidet, daß der eingeworfene Kokes auf einen Haufen zu liegen kommt, vollständig verhindern, sodaß besondere Einrichtungen zu seiner Absorption überflüssig sind.

Die Laveure haben also nur die Gase abzukühlen und von der Flugasche oder den Destillationsprodukten der Kohlen zu reinigen. Sie sind zylindrische Behälter aus Eisen oder Holz oder gemauerte Behälter. Da Eisen zuweilen, besonders bei Verwendung von wenig Wasser stark angefressen wird, so zieht man

die hölzernen oder besonders die gemauerten Laveure vor. Das Waschen der Gase erfolgt am besten nach dem Gegenstromprinzip, indem das Wasser von oben den unten eintretenden Gasen entgegenfließt und durch passende Verteilungsvorrichtungen, z. B. eine Schicht Kokes, verteilt wird. Im unteren Teile der Laveure läßt man stets etwas Wasser stehen, indem der Überlauf etwa 400 mm über dem Boden angebracht wird, und leitet das heiße Gas zunächst durch diese Wasserschicht. Da das Wasser Kohlensäure absorbiert, so muß zum Waschen möglichst wenig Wasser genommen werden; man regelt daher den Wasserzufluß in der Weise, daß das Wasser stets heiß am Überlauf austritt, und erreicht damit den weiteren Vorteil, daß von diesem heißen Wasser weniger Kohlensäure absorbiert wird, als von der gleichen Menge kalten Wassers. Die Gase werden trotzdem gut abgekühlt, weil sie im oberen Teile des Laveurs stets auf kaltes Wasser treffen. Eine gute Kühlung des Gases ist insofern günstig, als die Leistung der Kohlensäurepumpe bei abgekühlten Gasen, die einen kleineren Raum einnehmen, natürlich größer ist, als bei heißen.

Um die **Leistung der Kohlensäurepumpe** auch sonst nicht zu beeinträchtigen, ist der Druckverlust in den Rohrleitungen und Laveuren möglichst klein zu halten. Die Saugrohre, besonders die für die heißeren Gase vom Kalkofen bis zum Laveur sollen daher recht weit sein, und in den Laveuren sollen die Gase keine hohen Wassersäulen zu überwinden haben. Im ganzen soll die Luftverdünnung in der Saugleitung vor der Pumpe nicht mehr als 1 m Wassersäule betragen. Zur Überwachung dieser Luftverdünnung empfiehlt es sich, vor und hinter jedem Laveur, sowie an der Kohlensäurepumpe senkrecht stehende Glasröhren mit der Saugleitung zu verbinden, welche unten in Wasser tauchen. Diese zeigen die Luftverdünnung der betreffenden Stellen an, woraus dann der Druckverlust in der Leitung und im Laveur bestimmt werden kann. Das Wasser in den zwischen Laveur und Pumpe befindlichen Glasröhren soll nicht allzusehr auf und ab schwanken, weil dadurch eine unregelmäßige Waschung im Laveur angezeigt wird. Um Wasser, welches aus dem Laveur mitgerissen werden kann, nicht in die Pumpe gelangen zu lassen, empfiehlt sich die Anbringung eines Wassersammlers in der Leitung. Andererseits ist die Zuführung eines ganz trockenen oder heißen Gases zur Pumpe nicht anzuraten, da der Pumpenzylinder dann sehr stark geschmiert werden muß. Die

geringen Mengen Staub, die sich auch nach dem Waschen in dem Gase befinden, bilden mit dem Öl eine anfangs schmierige, später hart werdende Masse, welche den Gang der Pumpe hindert oder andere Unzuträglichkeiten herbeiführt. Das Gas ist daher am besten stets etwas feucht zu halten, oder man führt bei trockenem Gas dem Pumpenzylinder etwas Wasser zu, welches dann vollständig zur Schmierung ausreicht, sodaß kein Öl zugesetzt zu werden braucht.

Das **Saturationsgas** ist um so reicher an Kohlensäure, mit je weniger Brennstoffen und je weniger Luftüberschuß der Kalkstein gebrannt werden kann. Aus einem Kalkofen, in welchem der Kalkstein mit 10 v. H. Kokes gar gebrannt wird, kann demnach im günstigsten Falle ein Saturationsgas mit 37 Volumprozenten Kohlensäure abgesaugt werden, während bei einem Verbrauche von 12 v. H. Kokes unter sonst gleichen Verhältnissen nur noch ein Gas mit 35 v. H. Kohlensäure erhalten wird. In vielen Kalköfen erreicht man im Saturationsgas einen Gehalt von 30—35 v. H., jedoch schwankt dieser Gehalt, weil selbstverständlich kurz nach der Füllung mehr Kohlensäure erzeugt wird als später. Im allgemeinen kommt man ganz gut mit einem Saturationsgas von 25—30 v. H. Kohlensäure aus, wie es in den mit Generatorfeuerung versehenen Öfen meistens erhalten wird; ja zuweilen findet man sogar die Ansicht vertreten, daß ein an Kohlensäure zu reiches Gas langsamer saturiert, als ein solches von 25—30 v. H. Wo man diese Erfahrung tatsächlich praktisch erprobt haben sollte, (theoretisch ist sie aber jedenfalls nicht zu begründen,) sollte man den Gang des Kalkofens nicht dahin ändern, daß er mit größerem Luftüberschuß, also unvorteilhafter betrieben wird, sondern man sollte dann einfach durch ein Ventil Luft zu dem Saturationsgas einsaugen, sodaß der gewünschte niedrigere Gehalt an Kohlensäure erreicht wird.

Anhang.

Die **schwefelige Säure,** welche neben der Kohlensäure zum Saturieren der Dünnsäfte dient, wird entweder durch Verbrennen von Schwefel in besonderen Öfen hergestellt oder in flüssiger Form in eisernen Behältern bezogen.

Die **flüssige schwefelige Säure** ist etwas teurer als die aus Schwefel direkt hergestellte, jedoch hat sie für manche Verhältnisse

Vorzüge, besonders dort, wo man überhaupt nicht viel schwefelige Säure anwendet und auf eine genaue Regelung des Gaszuflusses Wert legt, also z. B. in Fabriken, wo man nur den Dicksaft mit schwefeliger Säure behandelt. Läßt man über den Behälter, welcher die flüssige schwefelige Säure enthält, einen Strahl kalten oder mäßig warmen Wassers fließen, so gibt dieses Wasser soviel Wärme an die schwefelige Säure ab, wie dieser durch die Verdunstung in der gasförmigen Säure entzogen wird. Die Flüssigkeit behält daher die gleiche Temperatur und demnach auch die gleiche Spannung, welche bei 15—20° ungefähr 3 Atmosphären beträgt; bei eingestelltem Ventil strömt dann stets eine gleichmäßige Menge schwefeliger Säure in die Säfte. Damit nicht Saft in den Behälter gelangen kann, wenn er leer geworden ist und keine Spannung mehr darin ist, ist ein Rückschlagventil in die Druckleitung einzuschalten.

Bei der durch Verbrennen von Schwefel hergestellten schwefeligen Säure ist der Gehalt sehr verschieden, je nach dem Grade der Vollkommenheit, mit welchem die Verbrennung vor sich geht, und daher muß bei der Saturation etwas mehr aufgepaßt werden. Die **Schwefelöfen** müssen so gebaut sein, daß Belästigungen der Arbeiter bei dem Beschicken mit Schwefel ausgeschlossen sind und daß kein Schwefel aus dem Ofen in die Rohrleitungen oder sogar in die Säfte sublimiert, da sich sonst die Rohrleitungen verstopfen oder die Säfte durch Auflösen von Schwefel verschlechtern. Die Öfen sind verschieden gebaut, je nachdem die Luft hineingepumpt oder die Gase abgesaugt werden. Im erstern Falle sind die Öfen natürlich luftdicht zu verschließen und mit Kühlmantel zu versehen. Die zur Verbrennung nötige Luft wird durch Pumpen oder weniger empfehlenswert durch Dampfstrahlapparate eingeblasen, deren Gang oder Leistung nach dem Bedarf an schwefeliger Säure geregelt werden muß.

Zum Absaugen der schwefeligen Säure benutzt man die Säfte selbst, indem man sie fortwährend mittels einer Zentrifugalpumpe unten aus dem Sammelkasten abzieht und durch einen Düsenapparat hindurch wieder in den Kasten pumpt. Bei dem Strömen durch die Düse saugt der Saft die Gase aus dem Schwefelofen an. Dieser Ofen besteht dann ganz einfach aus einem eisernen Gehäuse, welches an einer Seite offen ist und in welchem der Schwefel in einer Schale brennt. Eine besondere Kühlvorrichtung ist nicht nötig, da die Luft im Überschuß zutreten kann und die Kühlung bewirkt.

XXV.

Die Wärmeverluste während des Betriebes.

Für die Aufstellung einer genauen **Wärmebilanz** in den Zuckerfabriken fehlt es an den nötigen Unterlagen, und es ist auch kaum zu erwarten, daß jemals eine solche bei den verschiedenartigen Verhältnissen, welche in den Zuckerfabriken vorhanden sind, aufgestellt werden kann. Immerhin ist es von großem Wert, sich ein annäherndes Bild von dem Verbleib der Wärme, welche in den Dampfkesseln entwickelt wird, zu machen, da für die Zuckerfabriken der Dampf hauptsächlich als Träger der Wärme und weniger als krafterzeugendes Mittel in Betracht kommt. Die für mechanische Arbeit aufzuwendende Wärme beträgt nur ungefähr 1—2 v. H. der im erzeugten Dampf enthaltenen Wärmemenge; nach Abzug dieses geringen Teiles, der in Arbeit umgesetzt ist, muß sich daher der Heizwert der in den Kesseln verbrannten Kohle in den aus der Fabrik entweichenden oder abgeführten Wärmemengen wieder finden lassen; denn bei allen Verrichtungen, welche der Dampf in den Verdampf-, Koch- und Anwärmeapparaten ausführt, geht keine Wärme als solche verloren, sondern sie geht nur für die weitere Ausnützung in der Fabrik verloren.

Diese Verluste an Wärme lassen sich in natürlicher Weise in 3 Abschnitte zerlegen:

1. Wärmeverluste im Kesselhaus,
2. Wärmeverluste im Kesseldampf auf dem Wege von den Dampfkesseln bis zu der Stelle, wo er kondensiert wird,
3. sonstige Wärmeverluste.

Mit einiger Genauigkeit läßt sich die Wärmebilanz nur für die ersten beiden Abschnitte führen.

Wärmeverlust im Kesselhaus. Von den dem Heizwert der Kohlen entsprechenden Wärmemengen erhält man je nach der Güte der Einrichtungen und des Betriebes gewöhnlich 60—75 v. H. im erzeugten Dampf, während der Rest der Wärme in den Heizgasen und durch Strahlung verloren geht. Die hier entstehenden Verluste können in bekannter Weise und mit verhältnismäßig großer Genauigkeit bestimmt werden.

Wärmeverlust im Kesseldampf. Der in den Kesseln erzeugte Dampf wird teils direkt, teils durch die Dampfzylinder der Maschinen hindurch nach den Apparaten geführt, wo er weitere Verwendung finden soll. Auf diesen Wegen gibt es 2 Ursachen für Wärmeverluste: Die Ausstrahlung und Wärmeabgabe durch die Wände der Rohrleitungen und Dampfzylinder und die Arbeitsleistung der Maschinen.

Die Größe der Wärmeverluste durch **Abkühlung in den Rohrleitungen** ist von vielen Umständen abhängig, hauptsächlich von der Länge der Leitungen, von der Güte der Wärmeschutzmassen, von der Lage der Leitungen und der Größe des Temperaturunterschiedes zwischen Dampf und Luft. Zur Verminderung dieser Verluste trägt eine Verkürzung und Vereinfachung der Dampfrohrleitungen und eine sorgfältige Umhüllung mit guten Wärmeschutzmassen am meisten bei. Auch die Überhitzung des Dampfes ist von günstigem Einfluß in dieser Beziehung, da überhitzter Dampf trotz des größeren Temperaturunterschiedes gegenüber der Luft wesentlich weniger Wärme an die Wandungen abgibt, als gewöhnlicher, nasser Dampf. Überhitzter Dampf verhält sich, solange er überhitzt bleibt, wie heiße Luft und ist wie diese ein schlechtes Mittel für die Wärmeübertragung.

In den **Zylindern der Dampfmaschinen,** welche teilweise nicht bekleidet werden können, geht auf der Flächeneinheit wesentlich mehr Wärme durch Abkühlung verloren, als in gut bekleideten Rohren. Auch die fortwährende wirbelnde Bewegung des Dampfes in den Zylindern trägt zur Vergrößerung der Verluste bei.

Der **Wärmeverbrauch für die äußere, mechanische Arbeit der Maschinen,** also nicht nur für die eigentliche Betriebskraft, sondern auch für die Überwindung aller Reibungswiderstände, ist ohne weiteres auf Grund der Gesetze der Wärmelehre zu berechnen, da 424 mkg 1 Wärmeeinheit verbrauchen. Zur Erzeugung einer Pferdekraft werden in den Dampfzylindern in 1 Stunde ungefähr 1,18 kg Dampf kondensiert bezw. die dieser Menge entsprechende Wärme dem Dampfe entzogen.

Außer dieser mechanischen Arbeit leistet der Dampf in den Maschinen sowohl nach dem Eintritt in den Dampfzylinder auf der Druckseite des Kolbens, als auch beim Austritt nach dem Hubwechsel Arbeit, hauptsächlich infolge der Expansion. Mit dieser Arbeit ist aber kein Wärmeverlust verbunden, da diejenige Wärme, welche an einer Stelle zur Arbeit verbraucht wird, durch die geleistete Arbeit an

einer anderen Stelle wieder erzeugt wird. Nach Abzug der durch Abkühlung verlorenen und für die mechanische Arbeit verbrauchten Wärme findet sich daher die ganze Wärmemenge des in den Dampfzylinder eingeführten Dampfes in dem Abdampf wieder.

Durch Versuche ist festgestellt worden, daß in einer Fabrik mit ziemlich zahlreichen Maschinen und entsprechender Länge der Rohrleitungen in dem Dampfe, welcher durch die Maschinen geführt wird, ungefähr 15 v. H. der in ihm enthaltenen Wärme verloren geht oder verbraucht wird. $3^1/_2$ v. H. werden zur Leistung der mechanischen Arbeit verbraucht, 2 v. H. gehen durch Abkühlung in den Dampfzylindern verloren und der Rest von ungefähr 10 v. H. durch Abkühlung in den direkten und Abdampf-Leitungen.

Die Wärmeverluste in dem Teil des Kesseldampfes, welcher direkt den Verwendungstellen zugeführt wird, sind natürlich wesentlich kleiner, da dieser Dampf nur Abkühlungsverluste in den direkten Dampfrohren, also in einer kürzeren Leitung erleidet. Man kann sie auf ungefähr 5 v. H. der in diesem Dampf enthaltenen Wärme schätzen.

Nimmt man ferner an, daß die Hälfte des Kesseldampfes durch die Maschinen geht, wenn gewöhnliche Volldruckmaschinen vorhanden sind, und die andere Hälfte direkt den Apparaten zugeführt wird, so beträgt der Wärmeverlust im Kesseldampf auf dem Wege bis zu seinen Verwendungstellen im ganzen 10 v. H. seiner im Dampfkessel aufgenommenen Wärme, wenn man eine wie gewöhnlich eingerichtete Fabrik mit vielen Maschinen und ausgedehntem Rohrnetz annimmt.

Eine **Verringerung dieser hohen Wärmeverluste** sucht man auf verschiedene Weise zu erreichen, jedoch ist hierbei stets zu untersuchen, ob ein Erfolg wirklich eintritt und ob auch stets ein pekuniärer Erfolg damit verknüpft ist.

Am häufigsten wird der Ersatz der gewöhnlichen Volldruckmaschinen durch **moderne Expansionsmaschinen** empfohlen. Nach der vorhergehenden Erklärung ist es aber wohl ohne weiteres klar, daß ein solcher Ersatz ohne sonstige Änderungen keine Verringerung der Wärmeverluste herbeiführen kann, da die Kraftleistung in beiden Maschinenarten dieselbe sein muß, also auch gleiche Mengen Wärme dafür verbraucht werden. Vorteile kann die Aufstellung moderner Maschinen nur dann bringen, wenn gleichzeitig die Abkühlungsverluste

verringert werden. Dies kann durch Verkürzung und Vereinfachung der Rohrleitungen und durch Ersatz vieler kleiner Maschinen durch eine größere Maschine geschehen. Ob sich jedoch die Kosten einer solchen **Zentralisation des Maschinenbetriebes** durch die Ersparnisse bezahlt machen, ist in jedem einzelnen Falle zu berechnen. Bei Neuanlagen ist natürlich stets eine gewisse Zentralisation der Maschinen und Aufstellung von Maschinen mit zeitgemäßen Expansionsvorrichtungen und ferner ein möglichst kurzes und einfaches Rohrleitungsnetz einzuführen. Dagegen ist von der Aufstellung einer einzigen Zentralmaschine, von der die sämtlichen Arbeitsmaschinen und Pumpen durch Transmissionen oder elektrischen Antrieb in Bewegung gesetzt werden, abzuraten, nicht nur weil die Anlagekosten höher sind, als wenn man mehrere getrennte Dampfmaschinen aufstellt, sondern auch hauptsächlich weil die Betriebsicherheit im letzteren Falle eine größere ist.

Gerade die **Sicherheit des Betriebes** ist aber stets die hauptsächlichste Bedingung für eine Zuckerfabrik. Jede Störung im Betriebe verursacht große Verluste durch Erhöhung der Betriebskosten und durch Verlängerung der Kampagne und damit zusammenhängende Zuckerverluste in den Rüben. Eine maschinell weniger vollkommene Fabrik, die ohne Betriebstörungen arbeitet und ihre Maschinen und Apparate gut ausnützt, wird stets mit besserem Erfolge arbeiten, als eine mit den technisch vollkommensten Maschinenkonstruktionen ausgerüstete Fabrik, wenn in ihr Betriebstörungen eine gute Ausnützung ihrer Leistungsfähigkeit nicht zulassen.

In bestehenden Fabriken ist daher der Ersatz alter, aber noch betriebsicherer und leistungsfähiger Maschinen durch neue, vollkommenere nur dann anzuraten, wenn der Abdampf der Maschinen zu reichlich vorhanden ist und nicht mehr völlig in der Verdampfungstation ausgenutzt werden kann. In solchen Fällen soll man eine gemäßigte Zentralisation einführen, indem man mehrere kleine Maschinen durch eine große ersetzt oder indem man möglichst viele Pumpen durch einen Dampfzylinder betreibt. Vor allen Dingen ist aber zunächst zu versuchen, den Dampfverbrauch dadurch zu vermindern, daß den gewöhnlichen Dampfmaschinen eine ebenso sorgfältige Behandlung und Reparatur zugewendet wird, wie sie die vollkommeneren verlangen; besonders sollten die Schieberflächen gut eingeschliffen, die Schieber richtig eingestellt und die Kolben dicht schließend gemacht werden, und die Maschinen sollten zeitweise mittels des Indikators geprüft werden.

Wie oben gezeigt worden ist, lassen sich aber auch verhältnismäßig große Mengen Abdampf in der Verdampfstation ausnutzen, wenn man diese richtig und zweckentsprechend mit den Anwärme- und Verkochungsapparaten verbindet und wenn der Abdampf auf etwa $^{3}/_{4}$ Atmosphären gespannt werden kann. In Fabriken mit viel Abdampf ist zuweilen der Dreikörperapparat dem Vierkörper vorzuziehen, wenn nur dem ersteren sämtlicher Dampf zum Anwärmen und Verkochen entnommen wird; jedenfalls kann man so ohne kostspielige Neuanlagen den Kohlenverbrauch auf eine geringe Höhe herabdrücken.

Es muß überhaupt stets berücksichtigt werden, daß die Änderung einer Station der Fabrik die Abänderung anderer Stationen zur notwendigen Folge hat, wenn der Nutzen der ersteren voll zum Ausdruck kommen soll. So bedingt die Zentralisation der Maschinenanlage gewöhnlich auch Neuanlagen im Kesselhause und infolge der bedeutenden Verringerung des Abdampfes eine entsprechende Umänderung der Verdampfung, wodurch die Anlagekosten der Zentralisation wieder wesentlich erhöht werden.

Daß die Aufstellung von Expansions- und Verbund-Maschinen mit Kondensatoren für Zuckerfabriken ganz ungeeignet, ja eine Verschwendung ist, ist wohl als selbstverständlich anzusehen, da in solchen Maschinen die ganze Wärme des Abdampfes für die Verdampfung verloren geht, sodaß der Wärmeverlust erheblich höher ist, als in den ganz alten, gewöhnlichen Maschinen.

Auch die Verwendung des **überhitzten Dampfes** zum Betriebe der Dampfmaschinen, welche sich in anderen Industrien infolge der Dampfersparnis für gleiche Kraftleistung sehr gut bewährt hat, ist in dieser Hinsicht für die Zuckerfabriken nur dann von Vorteil, wenn die Abdampfmenge zu groß ist und vermindert werden muß. Da ein solcher Überschuß an Abdampf in modern eingerichteten Zuckerfabriken aber nicht vorhanden ist, so kann die Überhitzung des Dampfes zum Zwecke der Dampfersparung für die Kraftleistung der Maschinen keinen Nutzen bringen.

Von zweifellosem, technischem Nutzen ist die Überhitzung des Dampfes aber, wie bereits erwähnt, für die Verminderung der Abkühlungsverluste in den Rohrleitungen und Dampfzylindern. Am größten würde der Vorteil der Überhitzung dann sein, wenn man die Hitze der abgehenden Verbrennungsgase der Kessel dazu verwenden könnte; aber deren gewöhnliche Temperatur von 250—300° ist zu niedrig, um

eine merkliche Überhitzung des Dampfes bewerkstelligen zu können. Man ist daher darauf angewiesen, die Überhitzungsapparate hinter die Flammrohre einzubauen, wo die Gase noch eine Temperatur von 500—600° haben, oder sie direkt zu beheizen. Selbstverständlich entzieht man in diesen Fällen den Dampfkesseln Wärme, sodaß infolgedessen die Verdampfungziffer etwas erniedrigt wird. Der Vorteil der Überhitzungsapparate wird um so größer, je nasser der Dampf ist, der aus den Dampfkesseln entweicht, da dann eine sehr intensive Nachverdampfung in ihnen eintritt. Bei stark beanspruchten Dampfkesseln ist der Einbau von Überhitzern sehr anzuraten.

Zahlenmäßig ist bisher der Vorteil der Überhitzung des Dampfes bezüglich der Verringerung der Abkühlungsverluste noch nicht festgestellt worden. Eine solche Feststellung erscheint um so notwendiger, als die Anlagekosten für die Überhitzung des gesamten Maschinendampfes nicht gering sind. Ferner ist nicht zu vergessen, daß die Überhitzungsapparate in der langen Zeit des Stillstandes der Fabrik noch mehr durch rosten leiden als die Dampfkessel und auch leicht undicht werden. Die Reparaturkosten dürften daher im Laufe der Zeit nicht unwesentlich anwachsen.

Für den Maschinenbetrieb bringt der überhitzte Dampf zuweilen auch einige Nachteile, die nicht übergangen werden dürfen. Die Dampfzylinder müssen nämlich mit schwerflüssigeren, also teuereren Ölen und viel stärker geschmiert werden, als bei Verwendung von nassem Dampf, in welchem das Wasser die Schmierung unterstützt. Ferner sind alte Maschinen vielfach ganz ungeeignet für die Verwendung überhitzten Dampfes.

Daß in den Zuckerfabriken nur der Maschinendampf und niemals der Dampf, welcher direkt zum Verdampfen benutzt wird, überhitzt werden darf, soll hier nochmals erwähnt werden.

Sonstige Wärmeverluste. Die Wärme des Dampfes und anderer, zur Wärmeübertragung geeigneter Mittel (heißes Wasser, Saft) kann nur dann ausgenützt werden, wenn diese Mittel eine genügend hohe Temperatur haben.

Bei jeder Ausnützung der Wärme, also bei jeder Übertragung derselben von einem Mittel auf ein anderes, tritt eine Erniedrigung der Temperatur ein, und die vielfache Ausnützung der Wärme in den Vielkörperapparaten beruht allein auf der richtigen Verteilung des

praktisch in Betracht kommenden Wärmegefälles. Bei einer gewissen unteren Temperaturgrenze hört für die Praxis die Möglichkeit der Ausnützung der Wärme auf, und zwar in Zuckerfabriken für die Verdampfung bei einer Temperatur von ungefähr 70° und für die Anwärmung bei Temperaturen von 50—60°. Im letzteren Falle ist auch nur ein sehr kleiner Teil der zur Verfügung stehenden Wärme von so niedriger Temperatur noch zu verwenden, da dadurch nur Säfte und Wasser von noch niedrigerer Temperatur angewärmt werden können und solche nur in sehr beschränkten Mengen vorhanden oder anzuwärmen sind.

Ob es vorteilhaft oder durchführbar sein wird, die Wärme von niedriger Temperatur in Kaltdampfmaschinen zu Kraftzwecken in den Zuckerfabriken auszunützen, erscheint vorläufig noch sehr fraglich.

Alle Wärmemengen, welche auf die erwähnten unteren Temperaturgrenzen gesunken sind, sind daher als Wärmeverluste zu betrachten. Sie finden sich in den Produkten, Abwässern und Abfallprodukten der Fabrik, und ihre Größe ist, da die Gewichtsmengen und Temperaturen der Abgänge genügend genau bekannt sind, annähernd genau zu bestimmen.

Direkt nicht zu bestimmen ist die Menge der Wärme, welche durch die Abkühlung in den vielen Apparaten, Pfannen, Saftkasten, Leitungen für Brüdendämpfe, Saft, Wasser usw. verloren geht, und erst recht nicht die Wärme, welche in den Dämpfen enthalten ist, die bei der Saturation, dem Aufkochen der Säfte, dem Ausdämpfen der Apparate und Zentrifugen und durch Undichtigkeiten in das Freie entweichen.

Eine ungefähre Berechnung (siehe Anhang II) ergibt, daß von den Wärmemengen, welche nach Abzug der Wärmeverluste in den Dampfrohren und Dampfmaschinen übrig bleiben, ungefähr zwei Drittel im Fallwasser, in den Abfallstoffen der Diffuseure und Filterpressen und in dem überschüssigen Brüdenwasser aus der Fabrik entweichen, während die nicht in ihrer Menge bestimmbaren Wärmeverluste den Rest, also ungefähr ein Drittel ausmachen.

Die Wichtigkeit der Einschränkung und Verminderung der Abkühlungsverluste und der Verluste durch Entweichen der Dämpfe geht aus dieser letzten Zahl klar hervor und Dampfersparnisse dürften hier vielfach mit Erfolg zu erzielen sein.

XXVI.

Die Überwachung des Betriebes und der Zuckerverlustbestimmung.

Die Art und Weise anzugeben, wie die chemischen Untersuchungen zur Überwachung des Betriebes ausgeführt werden sollen, liegt nicht in dem Rahmen dieses Buches. Es kann aber nicht genug darauf aufmerksam gemacht werden, daß eine **richtig ausgeführte chemische Überwachung** für einen richtigen und gewinnbringenden Betrieb unbedingte Voraussetzung ist. Leider mangelt es daran immer noch in vielen Fabriken, wo am Tage zwar die Untersuchungen mehr oder weniger vollständig ausgeführt werden, in der Nacht aber kein Chemiker da ist, und meistens auch nicht einmal Durchschnittsproben aus der Nachtschicht zur Untersuchung zurück gestellt werden.

Wenn nun auch die chemische Überwachung des Betriebes als unbedingt notwendig angesehen werden muß, so darf man daraus nicht die Folgerung ziehen, daß man sich allein darauf verlassen soll. Der erfahrene Praktiker merkt aus dem Verhalten und der Beschaffenheit der Säfte und Erzeugnisse, sowie aus anderen Anzeichen sofort, wenn in der Fabrik irgend etwas nicht in Ordnung ist, während die chemische Untersuchung erst verspätet die Unregelmäßigkeit anzeigt. Diesen praktischen Blick muß sich jeder, der den Betrieb zu leiten hat, aneignen. Der Aufmerksamkeit des erfahrenen Praktikers entgeht so leicht keine Unregelmäßigkeit oder fehlerhafte Behandlung der Säfte und Apparate; es sind fast immer viele äußere Zeichen, die auf eine abnorme Arbeit hinweisen und von denen einige dem betriebsleitenden Beamten jedenfalls sofort auffallen. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen hängen dagegen sehr von den Zufälligkeiten der Probenahme ab und es kann vorkommen, daß der Chemiker eine Unregelmäßigkeit entdeckt, die tatsächlich nicht im Betriebe vorhanden ist, sondern nur in einer fehlerhaften Probenahme ihren Grund hat, während andererseits zuweilen grobe Betriebsfehler der chemischen Überwachung vollständig entgehen, wenn zu der betreffenden Zeit keine Proben genommen sind, wenn also keine Durchschnittsproben untersucht werden. Fehler bei der eigentlichen Untersuchung können zwar auch vorkommen, sie sind aber selten

derart, daß sie zu größeren Irrtümern Anlaß geben können. Das Arbeitsfeld des Chemikers der Fabrik ist demnach nur zum kleinen Teil der enge Raum des Laboratoriums; soweit er irgend Zeit hat, soll er stets in der Fabrik die richtige Entnahme der Einzel- oder Durchschnittsproben überwachen und überhaupt keine Proben untersuchen, von denen er nicht durch eigene Anschauung oder Erfahrung überzeugt ist, daß sie richtig genommen sind.

Betriebsleiter und Chemiker, soweit sie nicht in einer Person vereinigt sind, müssen daher Hand in Hand arbeiten. Eine auffällige Erscheinung im Betriebe muß sofort durch die chemische Untersuchung klar gelegt werden. Die chemische Überwachung und Untersuchung ist zwar auch dazu da, Fehler im Betriebe aufzufinden, ihr Hauptwert liegt aber darin, daß man mit ihrer Hilfe die Größe der Fehler bestimmt und die Mittel zur Abhilfe ermittelt.

Die **Versuche, welche zur Aufklärung über Betriebsverhältnisse oder Betriebstörungen** im Laboratorium gemacht werden, müssen wohl überlegt und mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden, vor allen Dingen unter möglichst genauer Nachahmung der Verhältnisse im großen Betriebe. Andernfalls sind die Ergebnisse für die Praxis unbrauchbar, ja häufig sogar direkt schädlich, weil sie zu falschen Schlußfolgerungen führen. Viele seit Alters her eingebürgerte Vorurteile und falsche Ansichten, die sich unter den Praktikern von Geschlecht zu Geschlecht fortzupflanzen scheinen und unausrottbar sind, beruhen auf solchen falsch ausgeführten oder falsch aufgefaßten Versuchen. Ferner ist zu beachten, daß Versuche, welche vor langen Jahren mit einem minderwertigeren Rübenmaterial oder nach heute nicht mehr als richrig anerkannten Methoden ausgeführ worden sind, für jetzige Verhältnisse keine Beweiskraft haben können ebensowenig wie alle in heutiger Zeit anerkannten Grundsätze für andere Verhältnisse der zukünftigen Industrie giltig sein werden.

Ganz verkehrt ist es, Betriebstörungen ohne weiteres auf die Beschaffenheit der Rüben zurückzuführen. Es ist ja richtig, daß die Rüben verschiedener Kampagnen und auch zu verschiedenen Zeiten derselben Kampagne sich verschieden verarbeiten lassen; aber durch sachgemäße Abänderungen der Arbeitsweise lassen sich fast alle Rüben, wenn sie nicht offensichtlich verfault oder erfroren sind oder sonstige Schädigungen zeigen, gut oder zum mindesten so verarbeiten, daß die volle Leistung der Fabrik erreicht wird. In sehr vielen

Fällen ist übrigens auch garnicht die Beschaffenheit der Rüben an Betriebstörungen Schuld, sondern irgend eine andere Ursache, und diese wird viel eher herausgefunden, wenn man sich nicht daran gewöhnt, alles auf die Rüben zu schieben. Besonders zu Anfang der Kampagne entstehen Störungen nicht immer infolge unreifer oder schlechter Rüben, sondern auch durch die Fehler, welche die ungeübten Arbeiter machen und von den Betriebsleitern nicht so leicht entdeckt werden, da diese sich auch erst wieder in die Feinheiten des Betriebes einarbeiten müssen.

Der Hauptwert der chemischen Betriebsüberwachung liegt in der **Bestimmung der Zuckerverluste.**

Der Unterschied zwischen der Menge des in den Rüben eingeführten Zuckers (Polarisation) und des in der Füllmasse oder in den Verkaufsprodukten gewonnenen Zuckers ist der gesamte Zuckerverlust während der Fabrikation. Wenn die Bestimmungen des Gewichtes und der Polarisation in richtiger Weise ausgeführt werden, so ist dieser **Gesamtverlust** meistens wesentlich höher als die Summe der Verluste, welche man in den Abfällen und Ablaufwässern bestimmen kann. Man unterscheidet daher zwischen bestimmbaren und unbestimmbaren Verlusten, oder besser zwischen **nachgewiesenen** und **nicht nachgewiesenen Verlusten.**

Zur Bestimmung des eingeführten Zuckers müssen die Rüben genau verwogen und der Zuckergehalt in guten Durchschnittsproben untersucht werden. In Ländern, wo die Steuergesetzgebung die Fabrikanten nicht zur Verwiegung der Rüben zwingt, begnügt man sich zuweilen mit einer mittelbaren Ermittelung des Gewichtes aus der Zahl der gefüllten Diffuseure oder durch Umrechnung aus dem Gewicht des Diffusionssaftes auf Grund des Zuckergehaltes der Rüben, des Diffusionssaftes und der Abfallprodukte. Bei letzterer Methode geht man von der Voraussetzung aus, daß es unbestimmbare Verluste bei der Saftgewinnung nicht gibt, sodaß der im Saft gewonnene Zucker zuzüglich des in den Abfallprodukten nachgewiesenen Zuckerverlustes gleich dem Zuckergehalte der Rüben ist. Große Genauigkeit können diese Berechnungsarten nicht beanspruchen und es muß Wunder nehmen, daß man in der Zuckerindustrie, in welcher sonst großer Wert auf die chemische Betriebskontrolle gelegt wird, die geringen Kosten scheut, um die erste und hauptsächlichste Vorbedingung einer solchen Kontrolle zu erfüllen.

Zur Untersuchung der Schnitzel auf ihren Zuckergehalt sind nur die anerkannt richtigen Methoden anzuwenden, also die alkoholische Extraktion, welche durch Nachextraktionen kontrolliert werden muß, oder die heiße, wässerige Digestion in richtiger Ausführung. Wenn man durch diese Untersuchungen auch nicht den Zuckergehalt, sondern den Gehalt an polarisierenden Stoffen findet, so werden sie doch die wissenschaftlich als richtig anerkannten bleiben, bis man den Zucker von anderen polarisierenden Stoffen getrennt ermitteln kann. Durchaus zu verwerfen ist die Anwendung von Methoden, welche, absichtlich oder unabsichtlich weniger sorgfältig ausgeführt, niedrigere Zahlen ergeben, die vielleicht mit den praktischen Ergebnissen besser übereinstimmen aber trotzdem falsch sind.

Da es bei den neuen Methoden der Füllmasseverarbeitung keine reinen Füllmassen ersten Produktes mehr gibt, so muß der gewonnene Zucker aus dem Gewichte des Zuckers ersten Produktes und dem Rauminhalt der Füllmasse II, oder wenn diese auch mit Zuckereinwurf verarbeitet wird, aus dem Gewichte der erhaltenen Verkaufzucker und der Melasse bestimmt werden. Je weiter man die Sirupe bereits in der Kampagne verarbeitet, desto schwieriger ist das Getrennthalten derselben für jede Arbeitswoche. Immerhin läßt sich eine gewisse Trennung der Sirupe durchführen, man sollte daher nicht unterlassen, für jede Betriebswoche oder doch wenigstens mehrere Male während der Kampagne einen möglichst genauen Abschluß zu machen. Kleinere Mengen Sirup, welche dabei aus einer Woche in die andere übernommen werden müssen, können als Füllmasse umgerechnet werden. Durchschnittsproben der Zucker oder Sirupfüllmassen zu nehmen, bietet keine Schwierigkeit.

Als **nachzuweisende Verluste** kommen nur diejenigen Zuckermengen in Betracht, welche bei der Diffusionsarbeit, im Preßschlamm und im Fallwasser verloren gehen; denn nur diese sind regelmäßig auftretende Verluste, welche man durch Untersuchung der Abfallstoffe, deren Mengen genügend genau ermittelt oder berechnet werden können, bestimmen kann. Es gibt allerdings noch andere Verluste, deren Vorhandensein man genau weiß, deren Größe aber aus Mangel an allen Unterlagen nicht regelmäßig bestimmt werden kann, die also zu den nicht nachweisbaren Verlusten zu rechnen sind.

Zu diesen bekannten, aber im Betriebe nicht dauernd zu bestimmenden Zuckerverlusten gehören vor allen Dingen die Verluste durch Zuckerzerstörung beim Verdampfen und Verkochen,

.ie Zuckerverluste in den Preßtüchern und die mechanischen Verluste :urch Verspritzen des Saftes oder der Sirupe. Aber alle diese Verluste usammen erreichen niemals eine sehr merkliche Größe, meistens nachen sie kaum ein Zehntel auf Rüben berechnet aus, natürlich unter ler Voraussetzung, daß normal und mit alkalischen Säften gearbeitet vird und keine außergewöhnlichen mechanischen Zuckerverluste auf- reten. Sie geben daher keine Erklärung für die Höhe der nicht ıachweisbaren Verluste, die in jeder Fabrik vorhanden sind, in der ;ine sorgfältige, chemische Überwachung stattfindet. Große Aufmerk- ıamkeit und Sorgfalt ist nötig, um die nachweisbaren Verluste richtig :u bestimmen. Führt man die Bestimmungen nachlässig aus, also ;owohl die Probenahme, als auch die Untersuchung, so findet man 'ast immer zu geringe Verluste, zu geringen Gesamtverlust und auch :u geringe nachweisbare Verluste. Ein nach den Eintragungen der 3ücher vorhandener geringer Zuckerverlust ist noch lange nicht ein Beweis für eine gute Arbeit, im Gegenteil hat man solchen Zahlen ;tets ein gewisses Mißtrauen entgegenzubringen.

Nach den Jahresabschlüssen von Fabriken, deren technische Leitung als gut bekannt ist, betragen die Gesamtverluste ungefähr 1,0—1,5 v. H. der Rüben. Davon sind nachgewiesen 0,5—0,7 v. H., sodaß die Hälfte und mehr als nicht nachgewiesene Verluste erscheinen und bisher nicht durch die bekannten, aber nicht bestimmten Verluste erklärt werden können. Wenn es für den Betriebsleiter auch kein angenehmes Gefühl ist, Verluste in solcher Höhe, die erschreckend sein würden, wenn man sie mit Recht als Zucker ausrechnen müßte, aufzeichnen zu müssen, so bleibt dem, der auch in der Praxis die Wahrheit liebt, eben weiter nichts übrig. Es muß aber als sicher angenommen werden, daß diese Verluste zum großen Teil keine Zuckerverluste, sondern Polarisationsverluste sind, für welche allerdings bisher eine genügende Erklärung nicht gegeben werden konnte, oder die auf die Unzulänglichkeit der Methoden für die Analysen und die Probenahmen zurückzuführen sind.

Als Zuckerverluste kann man nur die tatsächlich bestimmten ansehen, und es ist denen nicht ganz Unrecht zu geben, die als Praktiker nur auf die Bestimmung dieser Verluste Wert legen, die Gesamtverlustbestimmung aber, weil sie vorläufig zu praktisch unsinnigen Ergebnissen führt, als nebensächlich betrachten. Damit in den Abfallprodukten kein Verlust übersehen wird, ist die Überwachung dieser Verluste auf das Strengste durchzuführen; sie muß

die Tätigkeit des Chemikers vor allen Dingen in Anspruch nehmen, sowohl in Bezug auf gewissenhafte Untersuchung, als auch besonders in Bezug auf eine sorgfältige Entnahme von Durchschnittsproben.

Die hauptsächlichsten, **nachweisbaren Verluste** finden **bei der üblichen Diffusionsarbeit** statt, und zwar in den ausgelaugten Schnitzeln und dem Ablaufwasser. Die Entnahme richtiger Durchschnittsproben der ausgelaugten Schnitzel ist sehr schwierig, weil nicht nur die verschiedenen Gefäße verschieden ausgelaugte Rückstände enthalten, sondern auch die Schnitzel eines Diffuseurs recht verschiedenen Zuckergehalt haben. Da ferner das Gewicht der nassen Schnitzel nicht direkt bestimmt wird und die Schätzung je nach dem anhängenden Wasser zwischen 80 bis über 100 v. H. schwankt, so sollte man die Untersuchung dieser Schnitzel nur zur Überwachung der Diffusionsarbeit ausführen, zur Verlustbestimmung aber die ausgepreßten Rückstände und das Preßwasser nehmen. Das Gewicht der ausgepreßten Rückstände wird ganz genau bei der Abgabe an die Lieferanten bestimmt, richtige Durchschnittsproben lassen sich aus dem Vorrat auf dem Schnitzelboden oder auf andere Weise nehmen, die auch deshalb genauer sind, als die der nassen Schnitzel, weil die Rückstände durch die verschiedenen Transportvorrichtungen, Bagger und Schnecken, sowie in den Pressen selbst gut gemischt sind. Die Untersuchung geschieht am besten durch heiße wässerige Digestion, man findet dann so für das zuckerreichste Abfallprodukt der Diffusion sehr zuverlässige Zahlen. Von dem Preßwasser lassen sich natürlich sehr leicht gute Durchschnittsproben nehmen, besonders wenn man Tropfvorrichtungen für die Probenahme benutzt. Das Gewicht des Preßwassers kann nur geschätzt werden; da sein Zuckergehalt verhältnismäßig gering ist, so spielen Fehler bei der Schätzung, die 10 v. H. auf Rüben kaum überschreiten können, keine Rolle. Genau dasselbe gilt für das Ablaufwasser der Diffuseure. Dessen Menge kann auch nur geschätzt werden, wenn zum Ausschießen der Schnitzel Wasser zugegeben wird. Aber der Zuckergehalt ist hier noch geringer, als bei dem Preßwasser, sodaß die nicht ganz genauen Mengenbestimmungen nicht in Betracht kommen, weil die größten Fehler, welche dabei vorkommen können, sich bei der Verlustberechnung nur in einigen Hundertstel v. H. auf Rüben bemerkbar machen. Bei der Diffusion mit Rückführung der sämtlichen Abfallwässer und bei dem Brühverfahren sind natürlich keine Zuckerverluste vorhanden, wenn man den in die Trockenware übergehenden Zucker als gewonnen

betrachtet. Bei diesen Verfahren hat die Betriebsüberwachung nur darauf zu achten, daß nur soviel Zucker in das Futter übergeht, wie für vorteilhaft erachtet wird.

Vom **Saturationsschlamm** sind genaue Durchschnittsproben nicht leicht zu nehmen, weil die verschiedenen Kuchen verschiedener Pressen und auch derselben Presse sehr verschieden ausgesüßt werden. Die Probenahme aus den Pressen hat in der Weise zu erfolgen, daß von jeder Presse beim Entleeren Stücke aus mehreren Kuchen und an verschieden gelegenen Stellen derselben genommen werden. Sicherer ist die Probenahme aus dem Schlammwagen mittels eines Probestechers. Wo der Schlamm mit wenig Wasser aufgemaischt fortgeleitet wird, kann man sehr gute Durchschnittsproben des Schlammbreies erhalten, dessen Zuckergehalt auf das Gewicht des Schlammes umgerechnet werden muß, indem man den Wassergehalt oder das spezifische Gewicht des Breies bestimmt. Das Gewicht des Schlammes wird meistens aus der Zahl der entleerten Pressen bestimmt. Es genügt aber auch, wenn man das Schlammgewicht aus dem Gewichte des zur Scheidung angewendeten Kalkes in der Weise berechnet, daß dieses mit 3,5 oder 4 vervielfacht wird, je nachdem der Schlamm trockener oder nasser ist.

Von dem **Fallwasser** lassen sich ganz genaue Tropfproben mittels eines passenden Tropfapparates nehmen. Seine Menge ist genügend genau aus der Menge des kondensierten Brüdendampfes und aus dessen Temperaturen, sowie denen des Einspritz- und des Fallwassers zu berechnen.

Die **Verlustberechnung** einer Fabrik mit der üblichen Diffusion stellt sich dann auf 100 Teile Rüben ungefähr folgend dar:

Gesamtverlust				1,20 v. H. d. R.
davon nachgewiesen:				
in den ausgepreßten Rückständen	50 v. H.	mit 0,50 v. H. Pol.	= 0,25 v. H. d. R.	
im Preßwasser	40 v. H.	„ 0,20 v. H. „	= 0,08 v. H. „ „	
im Ablaufwasser der Diffusion	130 v. H.	„ 0,10 v. H. „	= 0,13 v. H. „ „	
im Schlamm der I. Saturation	8 v. H.	„ 1,5 v. H. „	= 0,12 v. H. „ „	
im Schlamm der Nachsaturation	0,5 v. H.	„ 4,0 v. H. „	= 0,02 v. H. „ „	
im Fallwasser	600 v. H.	„ 0,00 v. H. „	= 0,00 v. H. „ „	
im ganzen				0,60 v. H. d. R.
nicht nachgewiesene Verluste				0,60 v. H. d. R.

In Fabriken, in denen der Rohsaft genau gemessen wird, kann man den **Gesamtverlust bei der Saftgewinnung** ebenfalls genau bestimmen, wenn man richtige Durchschnittsproben des Rohsaftes entnimmt. Da dieser Saft stets viele Keime zur schnellen Zersetzung des Zuckers enthält, so dürfen die Proben niemals länger als eine halbe oder höchstens eine Stunde ohne Zusatz von Bleiessig oder Quecksilberchlorid stehen bleiben.

Die Frage, ob während der Saftgewinnung, besonders bei der üblichen Diffusionsarbeit größere unbestimmbare Verluste auftreten, ist lange umstritten worden, jedoch kann sie wohl heute verneinend beantwortet werden. Sowohl bei dem Preßverfahren, als auch bei der Diffusion in ihrer heute üblichen Ausführung wird der in den Rüben eingeführte Zucker im Rohsaft und in den Abfällen oder Futterstoffen wieder gefunden. Dagegen wird der in den Rohsäften enthaltene Zucker nach Abzug der bestimmbaren Verluste im Schlamm und im Fallwasser in der Füllmasse nicht völlig wieder gefunden. Über die Ursache dieses unbestimmbaren Verlustes in Höhe von ungefähr $^1/_2$ v. H. auf Rüben ist man sich, wie bereits oben erwähnt wurde, in der Hauptsache noch nicht klar.

Zu den rechnerisch nicht nachgewiesenen Verlusten gehören schließlich noch die **mechanischen Verluste,** welche durch Undichtigkeiten der Ventile oder Heizrohre oder durch Nachlässigkeit der Arbeiter entstehen. Diese Verluste zu vermeiden oder überhaupt unmöglich zu machen, ist die Aufgabe des Praktikers. In der Diffusion können undichte oder nicht geschlossene Ablaßventile die Ursachen von Saftverlusten sein. Man sollte daher diese Ablaßventile überall dort ganz abschaffen, wo das Spritzen des Wassers beim Öffnen des unteren Mannloches vermieden werden kann, wie es bei den Diffuseuren mit seitlicher Entleerung durch Überlegen eines Tuches möglich ist. Dann muß aber der Raum unter den Sieben mit Zementbeton ausgefüllt werden, sodaß nur der nötige Querschnitt zum Fließen des Saftes zwischen Sieb und Boden übrig bleibt, denn sonst würden in dem Raume größere Mengen kalten Wassers stehen bleiben, die beim Aufmaischen des später wieder frisch mit Schnitzeln beschickten Diffuseurs den Saft verdünnen würden. Im übrigen liegen bei den neueren Diffusionsanlagen die Ablaßventile und Mannlöcher so frei und übersichtlich da, daß jede Undichtigkeit sofort bemerkt werden muß und merkliche Verluste dadurch nicht entstehen können.

Mechanische Saftverluste können weiter an den Ablaßrohren der Saturationspfannen und der Verdampfapparate entstehen, welche zum Ablaufenlassen des Reinigungswassers am Sonntag dienen. Die Ablaßventile oder Hähne dieser Leitungen sollen daher stets durch den betriebsleitenden Beamten geschlossen und durch ein Schloß gegen unbefugtes Öffnen gesichert werden. Daß alle Ablaufrohre und möglichst auch alle Saftrohre so liegen müssen, daß sie leicht sichtbar sind, soll nur noch erwähnt werden.

Verluste durch Undichtigkeiten der Heizrohre und Schlangen in den Verdampf- und Verkochapparaten können unbeachtet nicht auftreten, da der größere Teil der kondensierten Wässer zum Kesselspeisen benutzt wird und die geringsten Zuckermengen dann sich durch den eigentümlichen, garnicht zu verkennenden Geruch des Dampfes bemerkbar machen. Die nicht zum Speisen dienenden kondensierten Wässer, besonders also die der Vorwärmer, müssen häufig auf Zucker untersucht werden.

Befolgt man diese einfachen Vorsichtsmaßregeln, so können mechanische Verluste nicht unbemerkt auftreten, also auch niemals merklich groß werden.

XXVII.

Allgemeines über die Einrichtung und den Betrieb einer Rübenzuckerfabrik.

Eine Rübenzuckerfabrik ist eine Fabrik, welche aus einem Naturrohprodukt ein zwar veredeltes Produkt, aber immer noch ein Rohprodukt herstellt, welches erst in besonderen Fabriken oder besonderen Abteilungen der Rübenzuckerfabrik in ein für den Verbrauch bestimmtes Erzeugnis übergeführt wird. Es liegt also für eine Rübenzuckerfabrik kein Grund vor, auf besondere Schönheit der Gebäude, des Inneren und der Maschinen zu sehen, wie es Fabriken zu Reklamezwecken mehr oder weniger tun müssen, die auf den Geschmack ihrer Abnehmer Rücksicht nehmen wollen. Die Hauptsache bei einer Rübenzuckerfabrik ist die **Zweckmäßigkeit der ganzen Anlage** und ihrer Teile, sowie eine möglichst große **Billigkeit.** Liebhabereien, wie eine schöne Hauptansicht der Fabrik oder ein

…us, kosten Geld, ohne daß damit der Zweck der …chst billige Weise möglichst viel Zucker aus den …s gute, verkaufsfähige Ware zu gewinnen, in irgend welcher …se gefördert wird; sie vermehren im Gegenteil durch Erhöhung der Abschreibungen und der Verzinsungen die Betriebskosten. Solche Summen spielen aber für Rübenzuckerfabriken, die in wenigen Monaten den Verdienst des Jahres erzielen müssen, eine viel größere Rolle, als für andere Industrien.

Auf die Einrichtungen und Arbeitsweisen der Fabriken haben **die Steuerverhältnisse** und die **Forderungen des Handels** einen [illegible] Einfluß. In Ländern, in welchen die Steuer nach dem Gewichte der Rüben bezahlt wird, muß man die Verluste auf allen Stationen möglichst einschränken, weil der Zucker infolge der Belastung durch die Steuer einen viel höheren, häufig den doppelten und mehrfachen Wert erhält. Man wird dort also die Zahl der Diffuseure und der Filterpressen sehr reichlich bemessen; wo die Steuer erst vom Saft erhoben wird, braucht man die Auslaugung der Schnitzel nicht mehr zu weit zu treiben, muß aber Wert darauf legen, den Saft bezüglich der Temperatur und Reinheit in einer Form zu erhalten, daß sie für die Berechnung der Steuer günstig ist. Starke Absüßung des Schlammes und Vermeiden aller Verluste durch Überreißen von Saft ist aber auch hier notwendig und das Ziel des Bestrebens aller Zuckertechniker in solchen Ländern. Am wenigsten ängstlich in Bezug auf die Zuckerverluste kann man in Fabriken arbeiten, in denen die Steuer erst von dem fertigen Produkt beim Ausgang aus der Fabrik erhoben wird. Eine bestimmte Grenze dürfen die Zuckerverluste selbstverständlich auch hier nicht überschreiten, aber man kann sehr häufig den Gewinn bei einer beschleunigten Verarbeitung höher schätzen, als einen etwas größeren Verlust an billigem Zucker.

Die Forderungen des Handels beziehen sich hauptsächlich auf die Beschaffenheit des Zuckers, haben also nur Einfluß auf die Arbeit im Zuckerhause. Wo alkalische Zucker verlangt werden, muß aber der Betrieb von der Scheidung ab danach eingerichtet werden.

Zu einer zweckmäßigen Anlage der Rübenzuckerfabrik gehören helle, luftige oder gut zu lüftende Räume, Übersichtlickkeit der ganzen Anlage, die Möglichkeit, genügende Reinlichkeit einzuhalten, und gute dauerhafte Maschinen und Apparate mit zweckmäßiger

Aufstellung. Ob diese Maschinen und Apparate neuester Konstruktion sind oder geschmackvoll gebaut sind, kann dem Zuckertechniker gleichgiltig sein. Wenn die Maschinen die nötige Kraft, ohne Dampfüberschuß im Abdampfrohre zu erzeugen, abgeben und wenn die Apparate richtig zusammengestellt sind und die nötige Leistungsfähigkeit haben, so erfüllen sie ihren Zweck und weiteres zu verlangen ist zum mindesten überflüssig. Das Arbeitsfeld des Zuckertechnikers ist die Fabrikation selbst, also alles, was mit den Rüben und Säften geschieht, zu beobachten, zu überwachen und zu verbessern. Diese Tätigkeit nimmt seine ganze Arbeitskraft in Anspruch und er würde sich nur zersplittern, wenn er auch den Maschinen seine Sorgfalt angedeihen lassen würde, wie es der Maschinentechniker tun muß. Allerdings müssen Unregelmäßigkeiten im Gange der Maschinen, die zu Betriebstörungen Anlaß geben können, stets beachtet und so schnell wie möglich behoben werden, denn die Verhinderung von Betriebstörungen ist neben der vollen Ausnützung der Leistungsfähigkeit der Fabrik das hauptsächlichste Mittel, um billig und gut zu arbeiten. Jeder Aufenthalt kostet nicht nur Geld infolge nicht ausgenützter Arbeitskräfte und ohne Nutzen verfeuerter Kohle, sondern er veranlaßt auch eine Verschlechterung der Säfte und Zuckerverluste in den länger aufzubewahrenden Rüben.

Je schneller die Säfte verarbeitet werden unter Vermeidung jedes Stillstandes in dem regelmäßigen Saftstrom, desto besser sind sie. Ganz besonders leiden sie bei langsamer Diffusion, bei zu langem Aufenthalt in der Saturation und in der Verdampfung und bei über die Gebühr ausgedehntem Abkochen in den Kochapparaten. Ihre schlechtere Beschaffenheit zeigt sich in der zähen Beschaffenheit und dunkleren Farbe der Füllmassen und Zucker, in einer schlechteren Ausbeute und erschwerten Schleuderarbeit. Ein zu großer Rauminhalt der Apparate einer Station ist daher auch stets ein Fehler. Entweder muß diese verkleinert, oder die anderen Stationen und die Verarbeitung überhaupt müssen entsprechend vergrößert werden. Bei Vergrößerungen einer Station ist dann natürlich wieder darauf zu achten, daß ihre Größe der der anderen Stationen angepaßt wird, denn sonst ist stets eine Veranlassung zu alljährlichen Umänderungen oder Vergrößerungen vorhanden. Die einzelnen Stationen sind im Verhältnis zu einander so groß zu wählen, daß die hinteren stets etwas leistungsfähiger sind oder doch für kurze Zeit gemacht werden können, als die vorhergehenden. Ganz besonders gilt dieser Grundsatz für

Transportvorrichtungen, welche nach einander arbeiten. Die Transporteinrichtungen und Transmissionen kann man überhaupt nicht kräftig genug machen; es mag das hier ausdrücklich betont werden, da in dieser Hinsicht leider zu oft schwer gesündigt wird. Man verlange für sie, besonders für die Rüben- und Schnitzeltransporte, eine vielfache Sicherheit gegenüber den Transporten anderer Industrien für gleiche Mengen, da die Beanspruchung zu wechselnd ist und bei dem angestrengten Betriebe häufig nicht vorherzusehende Belastungen vorkommen.

Vergrößerungen der Fabrik sind das beste Mittel, um die Betriebskosten zu erniedrigen, aber dieser Satz gilt doch nur bis zu einer gewissen Grenze. Erhält eine Fabrik so viele Rüben, wie sie haben will, sodaß sie stets eine normale Dauer der Kampagne behält, so findet die Vergrößerung dieser Fabrik ihr natürliches Ende erst dann, wenn die Frachtsätze für die aus einem weiteren Umkreise zu beziehenden Rüben so hoch werden, daß die Ersparnis an Betriebskosten aufgezehrt wird, sodaß es also vorteilhafter ist, eine neue Fabrik an geeigneter Stelle zu bauen. Kann aber eine Fabrik nicht mehr Rüben erhalten als bisher, so verkürzt sie durch Vergrößerung ihrer Leistungsfähigkeit nur die Kampagne. Bis zu einem gewissen Grade ist dies auch noch vorteilhaft, weil dann die Betriebskosten herabgedrückt werden, das Einmieten der Rüben fast ganz unterbleiben kann und die Rüben zur Zeit ihres besten Zuckergehaltes verarbeitet werden können. Wird die Dauer der Arbeitzeit durch eine Vergrößerung aber schließlich auf etwa 6 Wochen zurückgeführt, so ist eine solche Vergrößerung nicht nur zwecklos, sondern sogar schädlich, weil es den Rübenlieferanten häufig nicht möglich ist, in so kurzer Zeit die Rüben anzuliefern, sodaß Aufenthalt infolge Rübenmangel eintreten kann. In solchen Fällen sollte man die vorhandenen Mittel lieber zu Verbesserungen der Fabrikation benutzen und durch sorgfältige Arbeit den Betriebsgewinn erhöhen.

Bei **Neuanschaffungen zur Verbesserung des Betriebes** ist stets die Forderung zu stellen, daß sie auch tatsächlich größere Vorteile bringen. In den meisten Fällen wird man eine Verzinsung des Anlagekapitals von mindestens 15—20 v. H. verlangen müssen, da alljährlich Erfindungen gemacht werden, welche die gemachten Anlagen wieder an Güte übertreffen und sie daher im Werte stark herabdrücken können. Ferner ist auch zu beachten, daß manche

Neuerungen sich nach der gerade herrschenden Mode richten oder durch Reklame über ihren wahren Wert hervorgehoben werden. Zu einer Zeit wirft sich der Erfindergeist auf die Saftgewinnung, zu einer anderen auf die Scheidung, Verdampfung usw., der Reihe nach bis zur Melasseverarbeitung. Wer alle diese Moden mitmacht, leert seinen Geldbeutel sehr bald, ohne entsprechenden Gewinn einzuheimsen. Daher ist eine richtige Zurückhaltung und Vorsicht zu empfehlen; man sündigt zuweilen mehr durch zu schnelle, als durch zu langsame Entschlüsse, und häufig kann man auch die tatsächlichen Vorteile eine Erfindung auf viel einfachere Weise erreichen. Hat man aber die Vorteile einer Neuerung als sicher erkannt, so soll man auch nicht zögern, sie einzuführen.

Zu einer sorgfältigen Arbeit gehört **Sauberkeit** der Fabrikräume, aber vor allem auch Sauberkeit bei der Arbeit und im Innern der Apparate. Die Reinlichkeit in den Räumen soll eine möglichst große sein; sie darf aber auch nicht übertrieben sein, weil der betriebsleitende Beamte sonst leicht zu viel Zeit auf diese äußere, in die Augen fallende Reinlichkeit verwendet und dann eher die Sauberkeit der Arbeit und die Reinhaltung der Apparate und Gefäße im Innern vernachlässigt, die nicht ohne weiteres zu überwachen sind, sondern eine stete Aufmerksamkeit erfordern.

Die **gesamten Betriebskosten** eines Geschäftsjahres sind natürlich für die verschiedenen Fabriken sehr verschieden; dagegen sind die Betriebskosten, welche der eigentlichen Kampagne allein zur Last fallen, in zeitgemäß eingerichteten Fabriken nur wenig verschieden. Bei den neuerdings stark erhöhten Kohlenpreisen und höheren Löhnen stellen sich die hauptsächlichsten Kampagnekosten ungefähr wie folgt auf 100 kg verarbeiteter Rüben:

Arbeitslöhne	10—12 Pfg.
Kesselkohlen	8—10 „
Kalk (Kalksteine und Brennstoff) .	1—3 „
Preßtücher	0,4—0,5 „
Öl und Talg	0,4—0,5 „

Die gesamten Jahreskosten hängen hauptsächlich von den allgemeinen Geschäftskosten, Abschreibungen, Reparaturen und Sommerarbeiten ab. Auf je mehr Rüben sich diese Ausgaben verteilen, desto geringer ist ihr Betrag, auf 100 kg Rüben berechnet. Daher betragen die gesamten Betriebs- und Geschäftskosten auf 100 kg Rüben in

Fabriken mit geringer Rübenverarbeitung 70—90 Pfg. und mehr, in solchen mit mittlerer Verarbeitung 60—70 Pfg. und in sehr großen Fabriken erniedrigen sie sich bis auf 50 Pfg. Immerhin gibt es aber keine scharfen Abgrenzungen in dieser Beziehung, sodaß kleinere Fabriken auch häufig billiger arbeiten als größere, besonders wenn auch die Frachten für Rüben und Rückstände berücksichtigt werden.

Für die **praktische Überwachung des Betriebes** ist es von großem Nutzen, wenn die Betriebzahlen und Resultate der einzelnen Stationen auf großen Tafeln oder vorgedruckten Zetteln laufend von den Vorarbeitern aufgeschrieben werden, sodaß der betriebsleitende Beamte bereits bei einem einmaligen Gange durch die Fabrik ein vollständiges Bild von dem Stande der Fabrikation gewinnt. Dazu gehören besonders folgende Aufzeichnungen: die verarbeitete Rübenmenge, die Zahl der gefüllten Diffuseure, die Dauer des Aufmaischens und Abdrückens jedes Diffuseurs, der Brixgehalt des Diffusionssaftes von jedem Meßgefäß, die Zahl der entleerten Schlammpressen, die Zahl der Scheide- und Saturationspfannen, die Dichte des abgezogenen Dicksaftes, die Alkalitäten der Säfte, Beginn und Ende jedes Sudes des ersten Produktes und der Nachprodukte, die Rührdauer und Temperatur der Krisallisatoren, die Nummer und der Inhalt der mit Nachproduktfüllmassen gefüllten Kasten und das Gewicht des geschleuderten Zuckers, ferner auch die im Kesselhause ermittelten Zahlen. Diese Aufzeichnungen sind zur schnellen Aufdeckung von Fehlern und Betriebstörungen von sehr großer Bedeutung.

Daneben darf natürlich die eigentliche **technische Buchführung** nicht vergessen werden. Diese soll alle technischen Daten enthalten, nicht nur die Betriebsaufzeichnungen und Ergebnisse und die Auszüge aus dem Laboratoriumsbuche, sondern auch alle anderen Aufzeichnungen, die mit dem Betriebe zusammenhängen, wie über die Anlieferung der Betriebsmittel (Kohlen, Koks, Kalksteine, Kalk, Tücher, Salzsäure, Öle etc.) und der Zuckersäcke, über die Anlieferung und Einmietung der Rüben und über die Lagerung, Ablieferung und Untersuchung des Zuckers und der Trockenschnitzel. Je bequemer und übersichtlicher diese Aufzeichnungen eingetragen werden, desto wertvoller sind sie. Ein für alle Fabriken allgemein giltiges Sohema eines solchen Betriebsbuches läßt sich aber schwer aufstellen, da die Verhältnisse in jeder Fabrik verschieden sind und überflüssige Aufzeichnungen vermieden werden müssen.

In manchen Fabriken werden **Proben** von Säften, Füllmassen etc. in regelmäßigen Pausen entnommen und zur Ansicht des betriebsleitenden Beamten hingestellt. So zweckmäßig diese Einrichtung auch sein kann, so kann sie andererseits auch leicht zu Täuschungen führen, da es wohl selbstverständlich ist, daß die Vorarbeiter oder Meister, welche die Proben nehmen, stets nur günstige Proben hinstellen. Man darf daher nicht unterlassen, so häufig wie möglich Proben selbst zu nehmen.

Eine sehr wichtige, wenn auch weniger aufregende Arbeitzeit ist für den Zuckertechniker die **Zeit der Reparaturen.** Nach Beendigung der Rübenverarbeitung sind die Maschinen und Apparate sofort zu reinigen, zunächst oberflächlich, später gründlich, und genau zu besichtigen, ob Reparaturen daran vorzunehmen sind. Nicht zu vergessen ist eine gründliche Nachspülung aller Apparate und Rohre, in denen Säfte enthalten waren, und das sorgfältige Ablassen dieser Spülwässer aus allen Stellen, wo sie sich ansammeln können, denn diese stets noch etwas Zucker enthaltenden Wässer werden sehr bald sauer und zerfressen dann die Eisenwandungen. Größere Reparaturen, welche von Maschinenfabriken ausgeführt werden müssen, sollte man diesen möglichst schon im Frühjahre überweisen, da sie dann noch nicht mit Arbeiten überhäuft sind, sie sorgfältiger ausführen und rechtzeitig abliefern können.

Diejenigen Reparaturen und kleineren Neuanlagen, welche in der eigenen Werkstätte ausgeführt werden können, müssen richtig auf die ganze zur Verfügung stehende Zeit verteilt werden, damit die Stammarbeiter und Handwerker den ganzen Sommer über gleichmäßig beschäftigt werden können. Je mehr dieser kleineren Reparaturen und Arbeiten man selbst ausführen kann, je unabhängiger man also in dieser Beziehung von den Maschinenfabriken ist, desto vorteilhafter ist es für die Fabrik.

Die nachgesehenen und reparierten Teile sind sofort wieder zusammenzusetzen und gegen Rost durch Einfetten und Trockenhalten und gegen Staub durch Umhüllen zu schützen.

Ist man im Zweifel, ob Teile der Maschinen oder Apparate reparaturbedürftig sind oder erneuert werden müssen, so ist stets zu überlegen, ob der Betrieb ganz von der Zuverlässigkeit der betreffenden Maschine oder des Apparates abhängt und ob ein Auswechseln des Teiles auch während der Kampagne leicht geschehen kann. Maschinen

und Apparate, von denen der ganze Betrieb abhängt, müssen stets in einen tadellosen Zustand gebracht werden, besonders aber ihre schwer zugänglichen Teile. Vorsichtig ausgeführte Reparaturen und Aufmerksamkeit bei der Zusammenstellung der Maschinen und Apparate ersparen sehr viele Störungen und Unannehmlichkeiten in der Kampagne.

Sowie die Dampfkessel durch die Dampfkesselüberwachungs-Beamten stets auf ihre Dichtigkeit und Druckfestigkeit untersucht werden, so soll man auch die Verdampf-, Verkoch- und Anwärmeapparate auf ihre Betriebsicherheit prüfen. Schlangen und Heizkörper, die mit Kesseldampf beheizt werden oder beheizt werden können, müssen mit einem Wasserdruck abgedrückt werden, der mindestens 1—2 Atmosphähren höher ist als die höchste Kesseldampfspannung. Bei den Apparaten, die nur mit niedrig gespannten Dämpfen geheizt werden, genügt der Wasserdruck von dem Wasserkasten aus, der ungefähr einer Atmosphäre Überdruck entspricht. Zur bequemen Ausführung dieser Prüfungen müssen die nötigen Zuführungs-, Entluftungs- und Ablaßhähne passend angebracht sein. Sehr anzuraten ist es, nicht nur die Heizräume, sondern auch die Kochräume der Verdampfapparate, welche mit Säure ausgekocht werden, mit Wasserdruck zu prüfen.

Alle Heizrohre und Schlangen müssen natürlich im Sommer vollständig von jedem Steinansatz gereinigt werden. Ebenso ist der Steinabsatz sorgfältig aus den Kondensatoren, Scheide- und Saturationspfannen, Filterpressen und allen Rohrleitungen (Schlammsaftleitungen, Fallwasserrohren) zu entfernen.

Sämtliche Ventile und Hähne sind auseinander zu nehmen und nachzusehen, Küken und Metallkegel einzuschleifen, Liderungen aus Gummi, Vulkanfiber usw. besonders an den Ventilen der Diffusion, Saturation, Schlammpressen und den Brüdenleitungen zu erneuern.

Wo der Frost nach der Kampagne in die Fabrikräume eindringen kann, müssen Dampfzylinder, Rohrleitungen und Ventile auseinander genommen werden und offen bleiben, damit sie stets wasserleer sind, da sonst das Wasser darin gefrieren und unter Umständen die betreffenden Teile zersprengen kann.

Legt man Wert darauf, die Rohrleitungen in gutem Anstrich zu halten (wie auch die Apparate usw.), so ist es empfehlenswert, die Farben verschieden nach der Flüssigkeit zu wählen, die darin strömt, weil dadurch die Übersichtlichkeit bedeutend gewinnt.

Vor dem Beginn der Rübenverarbeitung sind alle Maschinen, Apparate und Rohrleitungen usw. zu probieren, zunächst alle einzeln, und schließlich ist die ganze Fabrik einer Hauptprobe zu unterwerfen, bei welcher mit Wasser genau so gearbeitet wird, wie später mit den Säften. Geht dabei alles glatt, so kann man auf weniger Störungen bei dem Kampagneanfang rechnen.

XXVIII.

Die Verwertung oder Beseitigung der Abfallstoffe und Abwässer.

Von den Abfallstoffen der Rübenzuckerfabrikation kommen in Betracht: der Preß- oder Saturationsschlamm der Filterpressen, die Rübenerde aus den Lagerräumen und aus den Klärteichen und die Rübenschwänze.

Der **Preßschlamm,** auch Scheideschlamm genannt, bildet in den meisten Gegenden ein für die Äcker sehr gesuchtes Düngemittel. An wirksamen Bestandteilen enthält er außer dem kohlensauren Kalk Phosphorsäure, Stickstoff und Kali. Der Prozentsatz, in welchem diese Bestandteile in dem Schlamm enthalten sind, hängt nicht nur von dem Wassergehalte des Schlammes ab, sondern auch von dem Gehalte der Rüben an diesen Stoffen und von der Menge des angewendeten Kalkes. Der Wassergehalt des Preßschlammes schwankt gewöhnlich zwischen 40—50 v. H. Bei gleichem Wassergehalt und unter sonst gleichen Umständen enthält der Schlamm am meisten Phosphorsäure und Stickstoff, welcher bei Anwendung von wenig Kalk zur Scheidung gewonnen ist; denn bei Anwendung von z. B. $1^3/_4$ v. H. Kalk ist dieselbe Menge Phosphorsäure und Stickstoff in 7 v. H. Schlamm enthalten, wie bei Anwendung von 3 v. H. Kalk in 12 v. H. Die Verwendung so verschiedenartiger Mengen Kalk ist denn auch die hauptsächlichste Ursache für die verschiedene Zusammensetzung des Schlammes. Meistens sind in der Trockensubstanz des Schlammes folgende Mengen enthalten: Phosphorsäure 1—2,5 v. H., Stickstoff 0,2—0,4 v. H., Kali 0,05—0,3 v. H., kohlensaurer Kalk 55—75 v. H. und organische Stoffe 10—15 v. H.

/ert des Preßschlammes hat auch seine physikalische nen wesentlichen Einfluß. So wie er in der Fabrik , bildet er eine schmierige, backende Masse, welche . Acker nicht fein verteilen läßt, sondern in mehr oder großen Klumpen liegen bleibt, die natürlich anfangs garnicht können. Durch längeres Lagern in Haufen oder durch Kom-n mit Erde wird der Schlamm trocken und bröcklich und ist ein vorzügliches und schnell wirkendes Düngemittel. Noch Wirkung dürfte getrockneter und fein gepulverter Preßschlamm den man in neuerer Zeit durch Trocknen an der Luft oder künstliche Trocknung herstellt. Ein für Gegenden mit kalk-Böden beachtenswerter Vorschlag ist der, den Schlamm in 'orrichtungen mit gemahlenem Kalk zu mischen. Man erhält uf diese Weise ein feinpulveriges Produkt, welches sich gut uen läßt und daher schnell im Boden wirken muß.

In manchen Fabriken läßt man den Preßschlamm, nachdem er 'asser zu einem Brei aufgemaischt wird, in das abfließende tzwasser laufen, sodaß er sich mit der Rübenerde gut gemischt ι Klärteichen absetzt. Man erhält auf diese Weise eine sehr Komposterde, die von den Landwirten vielfach gern abgefahren allerdings nur von den in der Nähe der Fabrik wohnenden, da 'ansport auf weite Entfernungen nicht mehr lohnend sein würde.

Die Kosten der Abfuhr stehen auch der Verwertung der reinen ıerde, die in den Lagerräumen abfällt oder sich in den Klär-n absetzt, sehr im Wege. Die Wirkung der Erde auf dem ist aber eine sehr günstige und daher können die meisten :en diesen Abfallstoff ohne Kosten los werden. Sehr gut bewährt sich Schlammbagger, die häufig fahrbar eingerichtet werden, Hubräder, um den abgesetzten Schlamm im breiigen Zustande len Absetzteichen herauszufördern und auf ebener Erde trocken n zu lassen. Bei dieser Einrichtung genügen kleine Absetz-e und der Schlamm wird viel schneller trocken und abfahrbar.

Ein wertvoller Abfallstoff sind die **Rübenschwänze**, welche . die Roste und Siebschlitze der Transporteinrichtungen, Schurren Wäschen mit dem Wasser und dem Schmutz hindurchgehen. Menge hängt von der Beschaffenheit der Rüben, der Art des lens, des Transportes und des Waschens und von der Weite der e und Schlitze ab. Sie schwankt im allgemeinen zwischen

1—$2^1/_2$ v. H. der Rüben. Ihr Gehalt an Zucker hängt von der Dicke ab; derjenige der dickeren Schwänze nähert sich dem der Rüben, derjenige der feineren Würzelchen ist nur 2—4 v. H.; im Durchschnitt ist der Gehalt an Zucker mit 8—10 v. H. und derjenige an Trockensubstanz mit 12—16 v. H. anzunehmen.

Zum Auffangen der Schwänze werden die Schwemm- und Waschwässer über Rübenschwanzfänger geführt. Diese sind ähnlich wie die Schnitzelfänger gebaut; sie haben entweder lang geschlitzte Siebe, die durch Schaber oder Bürsten von den Schwänzen gesäubert werden, oder es sind Apparate mit Siebtrommeln. Mit den Schwänzen werden natürlich alle sonstigen gröberen Verunreinigungen der Wässer aufgefangen, also Blätter, Unkraut und Steine.

Die einfachste Verwertung ist die unmittelbare Verwendung als Viehfutter. Die Schwänze müssen dann aber möglichst sofort verfüttert werden, da sie nach sehr kurzer Zeit sauer werden und dann dem Vieh nicht bekömmlich sind. Da eine solche schnelle Verfütterung nur selten möglich ist, so ist es zweckmäßiger, sie den Rückständen beizumischen, mit denen sie zusammen verfüttert oder eingesäuert werden.

Viel besser werden die Schwänze verwertet, wenn man sie zerkleinert und entweder der Diffusion oder dem Trockenapparat zuführt. Am gewinnbringendsten ist die Verarbeitng in der Diffusion, da man hier den größten Teil ihres Zuckers im Saft gewinnt, während man den Rest als gepreßte Schnitzel erhält. Die Reinheit des Saftes, der aus den Schwänzen gewonnen wird, ist allerdings wesentlich geringer als die des Diffusionssaftes aus den Rüben; sie dürfte selten 80 erreichen und ist meistens nur 70—75. Trotzdem erhält man daraus nach der Reinigung mit Kalk gut kristallisierende Füllmassen, sodaß bei Einführung der Schwänze in die Diffusion merklich mehr Zucker gewonnen wird.

Vor der Zerkleinerung müssen die Rüben gewaschen und von den Steinen befreit werden, wozu Wäschen nach Art der Rübenwäschen in kleinerem Maaßstabe dienen. Die Zerkleinerung wird in besonderen Maschinen vorgenommen, die meistens aus 2 gegeneinander arbeitenden mit Zähnen besetzten Walzen bestehen, da Schnitzelmaschinen wegen der Fasern und Blätter nicht anwendbar sind. Die gewonnenen Stücke werden für die Diffusion den frischen Schnitzeln, für die Trocknung

den Preßlingen beigemengt. In der Diffusion werden die Schwanzstücke zwar weniger ausgelaugt, als die Schnitzel, aber man gewinnt doch mindestens 70—80 v. H. des Zuckers im Saft. Bei der Trocknung erhält man 12—16 v. H. der frischen Schwänze an zuckerhaltiger Trockenware.

Mehr oder weniger große Kosten verursachen allen Zuckerfabriken die **Abwässer.** Sie setzen sich zusammen aus dem Schwemmwasser, dem Waschwasser der Rübenwäschen, dem Ablaufwasser der Diffusion und der Schnitzelpressen und dem Waschwasser der Laveure und Tücherwäschen. Wo der Preßschlamm mit Wasser aufgemaischt und in Absetzteiche gepumpt wird, kommt das hier geklärte Wasser noch hinzu. Nur in Ausnahmefällen läuft diesen Abwässern noch reines Wasser zu, da alle Fabriken den Überschuß an reinem Wasser entweder zum Schwemmen benutzen oder wieder gewinnen.

Die **Mengen Abwässer** sind auf 100 kg Rüben ungefähr folgende:

Schwemmwasser und Schmutzwasser der Rübenwäsche	500—700	Liter
Ablaufwasser der Diffusion und Ausspülwasser	110—150	„
Ablaufwasser der Schnitzelpressen (Preßwasser)	30— 50	„
Verschiedene Waschwässer und Spülwässer	5— 10	„
im ganzen	645—910	Liter

Für eine Fabrik mit einer täglichen Verarbeitung von 10000 dz Rüben sind die täglichen Mengen Abwässer also ungefähr 6500–9000 cbm.

In diesen Abwässern sind nicht die darin schwebenden Teilchen die schädlichsten, sondern die in ihnen gelösten Bestandteile. Die schwebenden, festen Teile können leicht zunächst durch die Rübenschwanz- und Pülpe-Fänger, dann durch Absetzenlassen in genügend großen Klärteichen abgeschieden werden.

Sehr vorteilhaft für die Reinigung ist eine **Trennung der Abwässer,** indem man die eigentlichen Schmutzwässer, die Schwemm- und Waschwässer einerseits, die Abwässer der Diffusion andererseits für sich behandelt. Die letzteren enthalten die bei weitem größte Menge gelöster organischer Stoffe, etwa 0,15—0,30 v. H., Zucker oder 1500—3000 g in 1 cbm und ebenso viel Nichtzucker, der auch zum größten Teil organischer Natur ist. Es darf aber nicht übersehen werden, daß auch die Schmutzwässer Zucker und organische Bestandteile aus den Rüben aufgenommen haben, wie oben bereits

erwähnt ist; bei normalen Verhältnissen enthalten sie allerdings nur 20—50 g Zucker in 1 cbm Wasser, bei gefrorenen Rüben aber bis zu 500 g und entsprechende Mengen Nichtzuckerstoffe.

Nur wenige Zuckerfabriken sind in der glücklichen Lage, für alle Stationen frisches, reines Wasser zur Verfügung zu haben und gleichzeitig sämtliche Abwässer nach einer mechanischen Klärung in einen großen Wasserlauf ablassen zu können. In allen übrigen Fällen ist bei Lösung der Abwässerfrage zu unterscheiden, ob die Fabrik an Wassermangel leidet, also die Abwässer ganz oder teilweise aus diesem Grunde wieder gebrauchen muß, oder ob man allein wegen der Schwierigkeiten, die Abwässer wegzuleiten, die Wiederbenutzung einführen muß. In beiden Fällen ist dahin zu streben, möglichst wenig Abwässer entstehen zu lassen. Für die Reinigung der nicht zu vermeidenden Abwässer ist das Ziel, die in ihnen enthaltenen, zusammengesetzten, organischen Stoffe durch Gährung und Oxydation in die einfachsten Bestandteile, so zu sagen in anorganische überzuführen, z. B. den Zucker in Wasser und Kohlensäure, stickstoffhaltige Körper in Ammoniak und Salpetersäure.

Die Verringerung der Menge der Abwässer, und zwar gerade der schlimmsten, geschieht am besten durch gänzliche Beseitigung der Diffusionsabwässer, indem man sie in die Diffusion zurückführt oder durch Anwendung der Preßdiffusion oder des Brühverfahrens überhaupt nicht entstehen läßt.

Eine andere Art der Rückführung der Abwässer in den Betrieb und in die Diffusion besteht darin, daß man die Diffusionsabwässer für sich allein oder mit dem geklärten Schmutzwasser in besonderen Bassins ohne Kalkzusatz vergähren läßt und das so erhaltene abgeklärte, saure Wasser als Betriebswasser und Druckwasser für die Diffusion benutzt. Die Diffusionsarbeit soll dabei ohne Störung verlaufen, wenn die Temperatur in den letzten Gefäßen möglichst schnell auf 75—80° gebracht wird, und die Säfte und Zucker sollen von normaler Beschaffenheit sein. Immerhin kann diese Art der Wiederbenutzung der Abwässer nur als Notbehelf betrachtet werden, da sie merkliche Mengen schädlicher Nichtzuckerstoffe enthalten, die die Reinheit der Säfte und Füllmassen herabdrücken müssen. Ferner leiden Pumpen, Rohrleitungen und Preßsiebe infolge des hohen Säuregehaltes des Wassers, und der meistens auftretende Geruch nach Schwefelwasserstoff ist mindestens eine lästige Nebenerscheinung.

Von der Anwendung chemischer Mittel auf die unvergohrenen Abwässer zur Ausfällung gelöster Stoffe und zur Beschleunigung des Absetzens ist man neuerdings fast ganz abgekommen; dagegen hat sich der Zusatz von kohlensaurem Kalk, am billigsten in Form von Preßschlamm, vor und während der Gährung als sehr vorteilhaft erwiesen, da die Säuren dadurch neutralisiert werden und die Gährung in neutraler oder nur schwach saurer Lösung viel stärker und energischer verläuft.

In den vergohrenen Wässern bewirkt Ätzkalk eine sehr merkliche Reinigung durch Ausfällung organischer Stoffe; daher wird der Zusatz von Kalkmilch zu den vergohrenen Wässern sehr empfohlen. Die Gährung läßt man sich stets in Teichen vollziehen; die künstlichen Anlagen, wie sie für die städtischen Abwässer angewendet werden, sind hier wegen der großen Mengen von unvergährbaren und fäulnisfähigen Stoffen unbrauchbar.

Die vergohrenen und gegebenenfalls durch Kalk weiter gereinigten Abwässer werden meistens noch auf Rieselwiesen geleitet; sie sind dann als soweit gereinigt zu betrachten, wie es nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse möglich ist. Der Erfolg der Reinigung hängt aber wesentlich von der Sorgfalt ab, mit der die einzelnen Operationen überwacht werden, und von der genügenden Größe der Faulteiche und Rieselwiesen.

Die Frage der völligen Reinigung der Abwässer der Zuckerfabriken ist demnach noch eine ungelöste und dürfte überhaupt auch unlösbar sein. Es kann daher niemals die Forderung gestellt werden, daß diese Abwässer völlig gereinigt sein müssen, sondern es kann nur von Fall zu Fall entschieden werden, wie weit die Reinigung möglich und notwendig ist. Wo die Abwässer in einen wasserreichen Fluß abgelassen werden können, genügt die einfache Klärung durch Klärteiche, da hier selbst ein geringer Schlammgehalt des abfließenden Wassers nichts schaden kann, die gelösten Stoffe aber durch die Selbstreinigung des Flusses nach kurzer Zeit unschädlich werden. Je kleiner jedoch der Wasserlauf ist, je weniger also die Abwässer verdünnt werden, desto weitgehender muß ihre Reinigung, soweit sie zu ermöglichen ist, sein und desto mehr muß man darauf bedacht sein, die Abwässermenge zu verringern und die entstehenden Abwässer wieder zu benutzen.

Gesundheitschädlich sind die Abwässer der Zuckerfabriken weder für Menschen noch für das Vieh, sie können aber in kleinen Wasserläufen widerliche Erscheinungen hervorrufen. Auch für die Fische sind die Abwässer direkt unschädlich; schädlich wirkt auf die Fische erst die Pilzvegetation ein, welche eine Folge der Abwässer ist. Diese Pilze können nämlich zu Zeiten in Fäulnis übergehen und dann eine solche Menge Schwefelwasserstoff entwickeln, daß alle Fische getötet werden.

Für die Beurteilung des Reinigungsgrades der Abwässer ist die Art der Organismen, die sich in den Wasserläufen entwickeln, in welche die Abwässer geleitet werden, von großer Bedeutung. Es kommen hauptsächlich 3 Abwässerpilze in Betracht, nämlich Leptomitus, Sphaerotilus und Beggiatoa. Leptomitus tritt erst in verhältnismäßig reinerem Wasser auf; sein Wachstum deutet also auf ein genügend gereinigtes Wasser hin, während Sphaerotilus nur in stark unreinem, Beggiatoa sogar nur in stinkend faulem Wasser vorkommt; diese beiden Pilze charakterisieren somit ein ungenügend gereinigtes Wasser.

XXIX.

Analysen von Rüben, Säften und Zuckerprodukten.

Säfte, Sirupe, Füllmassen und Zucker einer Fabrik hatten ... durchschnittliche Zusammensetzung:

Kampagne 1898/99:

a) Säfte und Sirupe.

	Rüben				Dicksaft		Ablaufsirupe von		
	heiße, wässerige Digestion	Diffusions-Saft	Saft der 1. Saturation	Dünnsaft	un-saturiert	saturiert	I. Prod.	II. Prod.	Melasse
Brix	—	14,4	—	12,2	—	53,3	77,4	76,4	82,8
Polarisation	14,66	12,2	—	10,9	—	48,0	56,9	49,1	47,8
Scheinbarer Quotient	—	84,7	—	89,3	—	90,1	73,6	64,3	57,7
Alkalität, Phenolphtaleïn	—	—	0,091	0,049	0,142	0,049	0,11	0,11	0,08
Rosolsäure	—	—	0,11	0,067	—	0,075	—	—	—
Kalk (Volumprozente)	—	—	—	0,043	—	0,16	—	—	1,6
Invertzucker	0,17	0,18	—	—	—	—	—	—	—
Säure (% ccm Normalsäure) Phenolpht.	—	2,1	—	—	—	—	—	—	—

b) Füllmassen, Zucker und Melasse.

	Dicksaft	Füllmassen I mit Sirup verkocht	Füllmassen II	Füllmassen III	Melasse	Rohzucker I	Rohzucker II	Rohzucker III
Polarisation	47,9	83,5	67,1	58,7	47,8	96,1	92,1	90,8
Wasser	47,7	7,55	10,42	11,5	21,83	1,50	2,56	2,70
Asche (SO_3)	1,72	3,48	8,52	—	11,78	0,93	2,07	2,81
Organischer Nichtzucker	2,67	5,47	13,96	—	18,59	1,47	3,27	3,69
Wahre Reinheit	91,6	90,3	74,9	66,4	61,1	—	—	—
Alkalität. Phenolpht.	0,039	0,064	0,12	0,14	0,08	0,011	0,035	0,030
Kalk	0,12	0,27	0,62	0,76	1,6	—	—	—
Auf 100 Polarisat.: Asche	3,6	4,1	12,7	—	24,6	—	—	—
Org.Nichtz.	5,6	6,6	20,8	—	38,9	—	—	—
Kalk	0,25	0,32	0,93	1,29	3,3	—	—	—
Alkalität	0,08	0,08	0,17	0,24	0,16	—	—	—
Org. Nichtzucker: Asche	1,55	1,57	1,64	—	1,58	1,58	1,60	1,32

Kampagne 1902/03.

a) Säfte und Sirupe.

	Rüben (Heiße, wässerige Digestion)	Diffusionssaft	Saft der I. Saturation	Dünnsaft	Dicksaft unsaturiert	Dicksaft saturiert	Ablaufsirup	Melasse
Brix	—	14,0	—	12,6	—	59,6	81,0	83,8
Polarisation	14,91	12,1	—	11,5	—	55,0	60,6	49,8
Scheinbarer Quotient	—	85,5	—	91,5	—	92,3	74,9	59,4
Alkalität: Phenolphtaleïn	—	—	0,093	0,041	0,133	0,045	0,142	0,18
Rosolsäure	—	—	0,11	0,051	—	0,064	—	0,26
Kalk (Volumprozente)	—	—	—	0,035	—	0,101	—	0,60

b) Füllmassen, Zucker und Melasse.

	Dicksaft	Füllmassen I mit Sirup verkocht	Füllmassen II	Melasse	Rohzucker I	Rohzucker II
Polarisation	54,9	84,7	70,4	49,7	95,15	94,0
Wasser	41,0	6,93	7,32	19,33	1,40	1,85
Asche (SO_3)	1,63	3,24	8,56	11,92	0,88	1,60
Organischer Nichtzucker	2,47	5,13	13,72	19,05	1,56	2,55
Wahre Reinheit	93,1	91,0	75,9	61,6	97,5	95,8
Alkalität (Phenolpht.)	0,034	0,062	0,137	0,14	0,013	0,020
Kalk	0,080	0,16	0,40	0,60	—	—
Auf 100 Pol.: Asche	3,0	3,8	12,2	24,0	—	—
Org. Nichtz.	4,5	6,1	19,6	38,3	—	—
Kalk	0,14	0,19	0,57	1,2	—	—
Alkalität	0,06	0,11	0,19	0,28	—	—
Org. Nichtzucker: Asche	1,52	1,60	1,61	1,60	1,77	1,62

Zusammenstellung
der
in den Säften, Sirupen, Füllmassen und Zucker einer Fabrik in verschiedenen Jahren gefundenen Alkalitäten (Phenolphtaleïn).

Verkochungsart	Blankkochen der Sirupe						Verkochen auf Korn			
	1896/97		1897/98		1898/99		1900/01		1901/02	
	Pol.	Alk.	Pol.	Alk.	Pol.	Alk.	Pol.	Alk.	Pol.	Alk.
Saft der I. Saturation	—	0,082	—	0,072	—	0,087	—	0,084	—	0,089
„ „ II. „	—	0,021	—	0,043	—	0,048	—	0,043	—	0,039
Dünnsaft	10,2	0,021	10,7	0,042	10,9	0,047	10,5	0,041	10,1	0,034
Unsaturierter Dicksaft	—	—	—	0,100	—	0,110	—	0,095	—	0,093
Saturierter Dicksaft	53,5	0,034	51,5	0,035	48,0	0,039	50,6	0,030	52,8	0,033
Füllmasse I. mit Sirup abgekocht	82,6	0,038	83,3	0,063	83,5	0,064	83,5	0,044	82,2	0,043
Rohzucker I	95,2	0,006	96,0	0,011	96,1	0,011	96,4	0,011	96,4	0,008
Ablaufsirup I	54,2	0,100	57,9	0,109	56,5	0,110	59,0	0,046	58,9	0,104
Füllmasse II	63,5	0,077	66,3	0,108	67,1	0,120	68,5	0,092	67,0	0,082
[illegible]	[illegible]	[illegible]	93,5	0,016	92,1	0,015	93,2	0,013	93,7	0,012
				132	58,7	0,140	—	—	—	—
				,024	90,8	0,010	—	—	—	—
[illegible]	[illegible]	0,080	[illegible]	0,120	47,8	0,080	49,5	0,075	50,5	0,103

Analysen von Rüben aus verschiedenen Provinzen.

Proben vom 22. September 1898.

(Herzfeld, Vereinszeitschrift 1898, S. 828.)

Provinz	Durchschnittsgewicht		Verhältnis Rübe: Blätter	Gehalt der Rüben an				
	einer Rübe	der Blätter		Zucker	Gesamtasche	Lösliche Asche	Stickstoff	Mark
Schlesien	416	516	1,24	12,9	0,95	0,83	0,24	4,95
Pommern	340	217	0,64	16,7	0,72	0,45	0,20	4,37
Sachsen 1	458	363	0,71	16,6	1,01	0,82	0,21	5,15
„ 2	320	300	0,94	14,9	0,82	0,60	0,16	5,23
Hannover	412	321	0,78	15,2	1,03	0,48	0,17	4,84
Rheinland	352	428	1,22	13,7	1,12	0,59	0,18	4,71

Analysen von Diffusionssäften, Füllmassen und Melass
aus böhmischen Fabriken.

(Andrlik, Böhm. Zeitschrift 1900, S. 203—264; 1901, S. 247 und 1907, S. 441.)

Kampagne 1898/99.

	Diffusionssaft					Füllmasse				
Fabrik	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Polarisation	—	—	—	—	—	90,7	90,5	87,6	87,15	85,75
Wasser	—	—	—	—	—	3,06	4,72	4,55	4,88	6,02
Asche (kohlensaure) .	—	—	—	—	—	2,14	2,16	2,49	2,66	2,32
Organischer Nichtzuck.	—	—	—	—	—	4,10	3,62	5,36	5,32	5,91
Quotient	—	—	—	—	—	93,5	93,9	91,8	91,6	91,2
Org.Nichtzucker.: Asche	—	—	—	—	—	1,9	1,7	2,1	2,0	2,5
Alkalität Phenolpht. .	—	—	—	—	—	0,017	0,004	sauer	0,028	sauer
	auf 100 Teile Trockensubstanz									
Gesamtasche	2,77	3,09	3,81	3,79	3,23	2,21	2,24	2,61	2,80	2,47
Kali	1,34	1,36	1,72	1,55	1,40	1,25	1,19	1,37	1,59	1,41
Natron	0,12	0,09	0,16	0,19	0,11	0,15	0,20	0,27	0,19	0,13
Kalk	0,06	0,04	0,03	0,06	0,12	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04
Phosphorsäure . .	0,37	0,49	0,64	0,49	0,35	0,005	0,011	0,003	0,014	0,009
Schwefelsäure . . .	0,22	0,17	0,18	0,24	0,24	0,13	0,17	0,10	0,14	0,17
Chlor	0,05	0,08	0,07	0,08	0,09	0,10	0,06	0,07	0,07	0,07
Gesamt-Stickstoff . .	0,87	0,90	0,75	1,31	0,80	0,37	0,41	0,56	0,45	0,57
Eiweißstickstoff . .	0,30	0,28	0,26	0,29	0,32	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04
Ammoniakstickstoff .	0,11	0,15	0,09	0,11	0,10	0,06	0,03	0,05	0,03	0,02
Amidosäurenstickst.	0,44	0,21	0,32	0,38	0,33	0,24	0,26	0,40	0,27	0,44
Oxalsäure	0,40	0,80	0,91	0,66	0,66	—	—	—	—	—

Vergleichende Zusammenstellung

der Zusammensetzung der Diffusionssäfte aus der Kampagne 1899/1900 (Normale Witterung) und aus der Kampagne 1904/5 (sehr trockenes Jahr.)

Auf 100 Teile Zucker kamen

	1899/1900	1904/5
Kali	1,58	1,11
Natron	0,22	0,17
Schwefelsäure	0,19	0,21
Chlor	0,08	0,06
Phosphorsäure	0,47	0,27
Oxalsäure	0,71	0,49

	1899/1900	1904/5
Gesamt-Stickstoff	0,72	0,93
Eiweißstickstoff	0,24	0,22
Ammoniak- und Amidstickstoff. .	0,10	0,17
Betainstickstoff	0,10	0,24
Sonstiger Stickstoff	0,28	0,29
Acidität	0,53	0,36

Melassen.

Fabrik	1	2	3	4	5	6	7	8
Polarisation	47,2	48,0	47,4	46,6	49,0	47,4	47,2	51,1
Saccharose nach Herzfeld . . .	48,8	49,8	47,9	47,9	49,2	47,7	47,5	51,5
Wasser	21,64	20,35	20,66	18,14	16,87	19,91	22,49	18,80
Asche (kohlensaure)	8,68	9,14	8,71	10,10	10,95	10,49	9,54	9,11
Organischer Nichtzucker . .	20,88	20,71	22,77	23,86	22,98	21,90	20,43	20,63
Quotient	62,3	62,5	60,3	58,5	59,2	59,6	61,3	63,4
Org. Nichtzucker: Asche . .	2,4	2,3	2,6	2,4	2,1	2,1	2,2	2,3

auf 100 Teile Trockensubstanz

Fabrik	1	2	3	4	5	6	7	8
Gesamtasche	11,08	11,48	10,98	12,37	13,18	13,10	12,31	11,21
Kali	6,29	6,52	6,26	6,66	7,07	6,60	6,71	6,20
Natron	0,84	0,87	0,81	1,00	1,09	1,41	0,72	1,09
Kalk	0,14	0,22	0,19	0,14	0,21	0,19	0,59	0,09
Magnesia	0,04	0,04	0,04	0,21	0,03	0,04	0,05	0,05
Phosphorsäure	0,01	0,03	0,04	0,04	0,08	0,07	0,04	0,10
Schwefelsäure	0,18	0,21	0,17	0,56	0,37	0,31	0,15	0,16
Chlor	0,38	0,42	0,39	0,48	0,48	0,50	0,43	0,37
Gesamt-Stickstoff	2,22	2,47	2,37	2,62	2,50	2,40	2,41	2,24
Eiweißstickstoff	0,22	0,18	0,26	0,19	0,14	0,13	0,29	0,17
Ammoniakstickstoff . .	0,07	0,06	0,04	0,09	0,07	0,08	0,07	0,05
Amidosäurenstickstoff. .	1,24	1,36	1,15	1,47	1,59	1,63	1,22	1,46
Nitratstickstoff	0,06	0,07	0,06	0,02	0,09	0,02	0,04	0,02

Anhang I.

Formeln und Tabellen.

Die nachstehend angeführten Formeln, Tabellen und Zahlenangaben sind diejenigen, welche hauptsächlich den Zuckertechniker interessieren. Ihre Zusammenstellung erscheint um so notwendiger, als sie in anderen Werken und in Kalendern der Zuckerindustrie nicht oder nur zerstreut oder nur unvollkommen aufgeführt werden. Es sind hier natürlich nur diejenigen Tabellen und Formeln aufgenommen, welche für den Betrieb und die technische Überwachung wertvoll sind.

Formeln.

1. Formel zur Berechnung der Gewichtmenge Wasser (W), welche aus G kg Dünnsaft von s^0 Brix verdampft werden muß, um Dicksaft von S^0 Brix zu geben.

$$W = G\left(1 - \frac{s}{S}\right)$$

2. Formel zur Berechnung der Mengen (F) Dicksaft (Füllmasse) von S^0 Brix, welche aus G kg Dünnsaft von s^0 Brix entstehen.

$$F = G\frac{s}{S}$$

Anmerkung: Bei ganz genauen Rechnungen muß bei den vorstehenden Formeln an Stelle der scheinbaren, die wahre Trockensubstanz genommen werden.

3. **Ausbeuteformeln.**

Bezeichnungen: F_t Z_t S_t = Trockensubstanz der Füllmasse, des Zuckers, des Sirups.

F_p Z_p S_p = Polarisation der Füllmasse, des Zuckers, des Sirups.

$F_q\ Z_q\ S_q$ = Quotient (wahrer) der Füllmasse, des Zuckers, des Sirups.
x = gesuchte Ausbeute in Prozent.

a) Formel nach Hulla-Suchomel

$$x = 100 \cdot \frac{F_t\ (F_q - S_q)}{Z_t\ (Z_q - S_q)}$$

b) Formel nach Schneider

$$x = 100 \cdot \frac{F_p - S_p}{Z_p - S_p}$$

c) Formel nach Neumann

$$x = 100\ \frac{F_t - S_t}{Z_t - S_t}$$

Anmerkung: Die Formel a) ist allgemein anwendbar, auch wenn der abgeschleuderte Sirup auf irgend eine Weise verdünnt ist; die Formeln b) und c) sind nur brauchbar, wenn keine Verdünnung des Sirups beim Schleudern stattgefunden hat.

4. Sättigungsformel für Sirupe.

Ein bei der Temperatur t gesättigter Sirup von der wahren Reinheit q hat folgende Zusammensetzung (Wassergehalt W, Zuckergehalt Z), wenn das Sättigungsverhältnis einer reinen Zuckerlösung bei der Temperatur t = L_t (siehe Tabelle 4) und der Sättigungskoeffizent = c ist:

$$W = \frac{q}{L_t \cdot c + 0{,}01\ q}$$

$$Z = (100 - W) \frac{q}{100}$$

Soll die Zusammensetzung eines in bestimmter Weise übersättigten Sirups ermittelt werden, so ist in den obigen Formeln der Koeffizient c noch mit dem betreffenden Übersättigungskoeffizienten c_1 zu multiplizieren und die Formel ist dann

$$W = \frac{q}{L_t\ c \cdot c_1 - 0{,}01\ q}.$$

5. Formeln für die Verdampfung und Anwärmung.

a) Gesamtwärme des gesättigten Dampfes $\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\,t$.

b) Verdampfungswärme des gesättigten Dampfes

$$r = 606{,}6 - 0{,}695\,t$$

wobei t die Temperatur des Dampfes bezeichnet.

c) Dampfmenge D zur Verdampfung von 1 kg Wasser, wenn die Temperatur des siedenden Saftes $= t_s$, des Dampfes t_d und des kondensierten Wassers t_c ist

$$D = \frac{606{,}5 - 0{,}695\,t_s}{606{,}5 + 0.305\,t_d - t_c}$$

oder, wenn man $t_d = t_c$ setzt, was annähernd der Fall ist,

$$D = \frac{606{,}5 - 0{,}695\,t_s}{606{,}5 - 0{,}695\,t_d}.$$

d) Dampfmenge D zum Anwärmen von 1 kg Saft in Vorwärmern, wenn die Temperatur des Dampfes t_d, des kondensierten Wassers t_c, die Temperatur des Saftes beim Eintritt t_1, beim Austritt t_2 ist

$$D = \frac{t_2 - t_1}{606{,}5 + 0{,}305\,t_d - t_c}.$$

e) Dampfmenge D zum Anwärmen von 1 kg Saft durch offen einströmenden Dampf (Dampfschnattern), wenn die Temperaturen wie bei d) bezeichnet werden

$$D = \frac{t_2 - t_1}{606{,}5 + 0{,}305\,t_d - t_2}.$$

6. Formel für die Kondensation des Dampfes.

Die Wassermenge W zur Kondensation von 1 kg Dampf (Brüden) ist, wenn die Temperatur des Dampfes $= t_d$, des Einspritzwassers $= t_e$, des Fallwassers $= t_f$ ist,

$$W = \frac{606{,}5 + 0{,}305\,t_d - t_f}{t_f - t_e}$$

7. Formel für den Wärmedurchgang durch eine Heizwand.

$$W = kq \frac{t_a - t_e}{d}$$

W ist die Wärmemenge, q die Fläche, $t_a - t_e$ das Wärmegefälle, d die Dicke der Wand in mm, k der Leitungskoeffizient für das Material der Wand (k für Messing 1700, für Eisen 1400, für Wasser 14).

Bei der Ausrechnung nach dieser Formel ist die Dicke der Heizwand um die (nicht bekannte, daher nur zu schätzende) Dicke der auf ihr ruhenden Wasser- oder Flüssigkeitschichten (ausgedrückt in mm Metall von gleicher Leitungsfähigkeit) zu erhöhen.

8. Formeln für die Feuerungen.

a) Der Luftüberschuß ist gleich

$$\frac{\text{Kohlensäure bei theoretischer Luftmenge (bei Steinkohlen} = 18{,}9)}{\text{Kohlensäure gefunden in den Rauchgasen.}}$$

b) Der Wärmeverlust in den Rauchgasen ist gleich

$$\frac{T - t}{CO_2 \text{ gefunden}} k \text{ vom Hundert des Heizwertes}$$

wobei k = 0,66, T = Temperatur der Rauchgase, t = Temperatur der Luft ist.

Tabellen.

1. Löslichkeitstabelle für Kalk in Wasser

nach Herzfeld. (Vereinszeitschrift 1897, S. 819).

	1 Teil CaO braucht Teile Wasser
bei 15° C.	776
„ 20 „	813
„ 25 „	848
„ 30 „	885
„ 35 „	924
„ 40 „	962
„ 45 „	1004
„ 50 „	1044
„ 55 „	1108
„ 60 „	1158
„ 65 „	1244

	1 Teil CaO braucht Teile Wasser
bei 70° C.	1330
„ 75 „	1410
„ 80 „	1482

2. Löslichkeitstabelle für Kalk in Zuckerlösungen.

Nach Lamy lösen sich in 100 g zehnprozentiger Zuckerlösung

bei 0°	25,0 g CaO
„ 15°	21,5 „ „
„ 30°	12,0 „ „
„ 50°	5,3 „ „
„ 70°	2,3 „ „
„ 100°	1,55 „ „

Anmerkung: Die Löslichkeit des Kalkes in Zuckerlösungen häng aber nicht nur von der Temperatur und dem Gehalte an Zucker ab, sondern auc von der Menge und Art des zugesetzten Kalkes und der Dauer der Einwirkung

2. Tabelle über den Gehalt der Kalkmilch an Ätzkalk be 15° C. (nach Blattner).

Grade Baumé	Gewicht von 1 Liter Kalkmilch gr	CaO in 1 Liter gr	CaO Gewicht-prozente	Grade Baumé	Gewicht von 1 Liter Kalkmilch gr	CaO in 1 Liter gr	CaO Gewicht-prozente
1	1007	7,5	0,745	16	1125	159	14,13
2	1014	16,5	1,64	17	1134	170	15,00
3	1022	26	2,54	18	1142	181	15,85
4	1029	36	3,50	19	1152	193	16,75
5	1037	46	4,43	20	1162	206	17,72
6	1045	56	5,36	21	1171	218	18,61
7	1052	65	6,18	22	1180	229	19,40
8	1060	75	7,08	23	1190	242	20,34
9	1067	84	7,87	24	1200	255	21,25
10	1075	94	8,74	25	1210	268	22,15
11	1083	104	9,60	26	1220	281	23,03
12	1091	115	10,54	27	1231	295	23,96
13	1100	126	11,45	28	1241	309	24,90
14	1108	137	12,35	29	1252	324	25,87
15	1116	148	13,26	30	1263	339	26,84

4. Tabelle über die Löslichkeit des Zuckers in Wasser

bei verschiedenen Temperaturen nach Herzfeld umgerechnet.

(Vereinszeitschrift 1892, S. 181.)

Auf 1 Teil Wasser werden Teile Zucker gelöst:

Temp. °C.	Teile Zucker	Temp. °C.	Teile Zucker	Temp. °C.	Teile Zucker	Temp. °C.	Teile Zucker
0	1,79						
1	1,80	26	2,12	51	2,62	76	3,44
2	1,81	27	2,14	52	2,65	77	3,48
3	1,82	28	2,16	53	2,67	78	3,52
4	1,83	29	2,17	54	2,70	79	3,57
5	1,84	30	2,19	55	2,73	80	3,62
6	1,86	31	2,21	56	2,75	81	3,66
7	1,87	32	2,23	57	2,78	82	3,71
8	1,88	33	2,25	58	2,81	83	3,76
9	1,89	34	2,27	59	2,84	84	3,81
10	1,90	35	2,29	60	2,87	85	3,86
11	1,91	36	2,30	61	2,90	86	3,92
12	1,92	37	2,32	62	2,93	87	3,98
13	1,94	38	2,34	63	2,96	88	4,03
14	1,96	39	2,36	64	2,99	89	4,09
15	1,97	40	2,38	65	3,03	90	4,15
16	1,98	41	2,40	66	3,06	91	4,21
17	1,99	42	2,42	67	3,09	92	4,28
18	2,01	43	2,44	68	3,13	93	4,35
19	2,02	44	2,46	69	3,16	94	4,42
20	2,04	45	2,48	70	3,20	95	4,48
21	2,05	46	2,51	71	3,24	96	4,55
22	2,07	47	2,53	72	3,28	97	4,63
23	2,08	48	2,55	73	3,31	98	4,71
24	2,09	49	2,58	74	3,35	99	4,79
25	2,11	50	2,60	75	3,40	100	4,87

5. Tabellen über die den Spannungen des gesättigten Wasserdampfes entsprechenden Temperaturen nach Claassen.

(Vereinszeitschrift 1893, S. 268)

I. Für die Verdampfung.

a) für 0—75 cm Luftleere.

Druck cm	Luftleere cm	Temperatur °C.	Druck cm	Luftleere cm	Temperatur °C.	Druck cm	Luftleere cm	Temperatur °C.	Druck cm	Luftleere cm	Temperatur °C.
1	75	11,3	17	59	63,0	30,5	45,5	76,3	51	25	89,2
2	74	22,4	17,5	58,5	63,6	31	45	76,7	52	24	89,7
3	73	29,1	18	58	64,2	31,5	44,5	77,1	53	23	90,2
4	72	34,2	18,5	57,5	64,8	32	44	77,5	54	22	90,7
5	71	38,3	19	57	65,4	32,5	43,5	77,9	55	21	91,2
6	70	41,7	19,5	56,5	66,0	33	43	78,2	56	20	91,7
6,5	69,5	43,2	20	56	66,5	33,5	42,5	78,6	57	19	92,2
7	69	44,6	20,5	55,5	67,1	34	42	79,0	58	18	92,6
7,5	68,5	46,0	21	55	67,6	34,5	41,5	79,3	59	17	[illegible]
8	68	47,2	21,5	54,5	68,1	35	41	79,7	60	[illegible]	[illegible]
8,5	67,5	48,4	22	54	68,7	35,5	40,5	80,0	61	[illegible]	[illegible]
9	67	49,6	22,5	53,5	69,2	36	40	80,4	62	[illegible]	[illegible]
9,5	66,5	50,7	23	53	69,7	37	39	81,0	63	[illegible]	[illegible]
10	66	51,7	23,5	52,5	70,2	38	38	81,7	64	[illegible]	[illegible]
10,5	65,5	52,7	24	52	70,7	39	37	82,4	65	11	[illegible]
11	65	53,6	24,5	51,5	71,2	40	36	83,0	66	10	96,1
11,5	64,5	54,5	25	51	71,6	41	35	83,6	67	9	96,5
12	64	55,4	25,5	50,5	72,1	42	34	84,2	68	8	96,9
12,5	63,5	56,3	26	50	72,5	43	33	84,8	69	7	97,3
13	63	57,2	26,5	49,5	73,0	44	32	85,4	70	6	97,7
13,5	62,5	58,0	27	49	73,4	45	31	86,0	71	5	98,1
14	62	58,7	27,5	48,5	73,9	46	30	86,5	72	4	98,5
14,5	61,5	59,5	28	48	74,3	47	29	87,1	73	3	98,9
15	61	60,2	28,5	47,5	74,7	48	28	87,7	74	2	99,3
15,5	60,5	61,0	29	47	75,1	49	27	88,2	75	1	99,6
16	60	61,6	29,5	46,5	75,5	50	26	88,7	76	0	100,0
16,5	59,5	62,3	30	46	75,9						

b) für 0—1 Atmosphäre Überdruck.

Druck cm	Über-druck cm	Tempe-ratur °C.	Druck cm	Über-druck cm	Tempe-ratur °C.	Druck cm	Über-druck cm	Tempe-ratur °C.	Druck cm	Über-druck cm	Tempe-ratur °C.
76	0	100,0	96	20	106,6	115	39	111,9	134	58	116,6
77	1	100,4	97	21	106,9	116	40	112,2	135	59	116,8
78	2	100,7	98	22	107,2	117	41	112,4	136	60	117,1
79	3	101,1	99	23	107,5	118	42	112,7	137	61	117,3
80	4	101,4	100	24	107,8	119	43	112,9	138	62	117,5
81	5	101,8	101	25	108,1	120	44	113,2	139	63	117,8
82	6	102,1	102	26	108,4	121	45	113,5	140	64	118,0
83	7	102,5	103	27	108,7	122	46	113,7	141	65	118,3
84	8	102,8	104	28	109,0	123	47	113,9	142	66	118,5
85	9	103,2	105	29	109,3	124	48	114,2	143	67	118,7
86	10	103,5	106	30	109,6	125	49	114,4	144	68	118,9
87	11	103,8	107	31	109,8	126	50	114,7	145	69	119,1
88	12	104,1	108	32	110,1	127	51	114,9	146	70	119,4
89	13	104,4	109	33	110,3	128	52	115,2	147	71	119,6
90	14	104,7	110	34	110,6	129	53	115,4	148	72	119,8
91	15	105,1	111	35	110,9	130	54	115,7	149	73	120,0
92	16	105,4	112	36	111,1	131	55	115,9	150	74	120,2
93	17	105,7	113	37	111,4	132	56	116,1	151	75	120,4
94	18	106,0	114	38	111,7	133	57	116,3	152	76	120,6
95	19	106,3									

II.

Für 0,1—10 A

Spannung in		Temperatur in Graden Cels.	Spar								
metrische Atmosph. Kg/qcm	Millimeter Quecksilber		metrische Atmosph.								
0,10	73,6	45,6	2,_								
0,2	147,1	59,8	2,3								
0,3	220,7	68,7	2,4								
0,4	294,2	75,5	2,5								
0,5	367,8	80,9	2,6								
0,6	441,3	85,5	2,7								
0,7	514,8	89,5	2,8	2059,4							
0,8	588,4	93,0	2,9	2133,0	131,7	5,0	3677,6	151,0			
0,9	662,0	96,2	3,0	2206,5	132,8	5,1	3751,1	151,7	7,25		
1,0	735,5	99,1	3,1	2280,1	133,9	5,2	3824,7	152,5	7,50		
1,1	809,1	101,8	3,2	2353,6	135,0	5,3	3898,2	153,2	7,75		
1,2	882,6	104,2	3,3	2427,2	136,1	5,4	3971,8	153,9	8,00	5884,1	169,5
1,3	956,2	106,6	3,4	2500,7	137,1	5,5	4045,3	154,6	8,25	6068,0	170,7
1,4	1029,7	108,7	3,5	2574,3	138,1	5,6	4118,9	155,3	8,50	6251,8	172,0
1,5	1103,3	110,8	3,6	2647,8	139,1	5,7	4192,4	156,0	8,75	6435,7	173,2
1,6	1176,8	112,7	3,7	2721,4	140,1	5,8	4266,0	156,7	9,00	6619,6	174,4
1,7	1250,4	114,5	3,8	2794,9	141,0	5,9	4339,5	157,3	9,25	6803,5	175,5
1,8	1323,9	116,3	3,9	2868,5	141,9	6,0	4413,1	157,9	9,50	6987,4	176,7
1,9	1397,5	118,0	4,0	2942,0	142,8	6,1	4486,6	158,6	9,75	7171,2	177,8
2,0	1471,0	119,6	4,1	3015,6	143,7	6,2	4560,2	159,2	10,00	7355,1	178,9
2,1	1544,6	121,1	4,2	3089,1	144,6						

6. Tabelle für die spezifische Wärme des Wasserdampfes bei verschiedenen Drücken und Temperaturen.

(Zeitschrift Deutscher Ing. 1907, Nr. 3 u. 4.)

Werte für die spezifische Wärme C_p

Druck Atm. kg auf 1 cm²	1	2	4	6	8	10	12	20
Sättigungstemp. °C	99	120	143	158	169	179	187	211
	Spezifische Wärme							
bei der Sättigungstemperatur . .	0,463	0,480	0,513	0,548	0,583	0,621	0,660	0,865
bei Temperaturen von 100° . . .	0,463	—	—	—	—	—	—	—
„ 150° . . .	0,462	0,476	0,510	—	—	—	—	—
„ 200° . . .	0,462	0,472	0,492	0,513	0,538	0,572	0,613	—
„ 250° . . .	0,466	0,473	0,484	0,491	0,499	0,506	0,514	0,559
„ 300° . . .	0,474	0,478	0,485	0,490	0,493	0,497	0,500	0,508
„ 350° . . .	0,490	0,492	0,497	0,500	0,503	0,506	0,508	0,513
„ 400° . . .	0,511	0,512	0,515	0,517	0,519	0,521	0,522	0,527

7. Tabelle der Siedepunkt-Erhöhungen für reine und unreine Zuckerlösungen.

Nach Claassen (Vereinszeitschrift 1904, S. 1161.)

Prozente Trockensubstanz der Lösungen	Siedepunkt-Erhöhung bei einer Reinheit der Lösung von 100	93	83	73	62
5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
10	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2
15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,35
20	0,3	0,3	0,35	0,40	0,5
25	0,45	0,45	0,5	0,6	0,75
30	0,6	0,65	0,7	0,85	1,1
35	0,8	0,85	1,0	1,2	1,5
40	1,05	1,15	1,35	1,6	1,95
45	1,4	1,55	1,75	2,1	2,5
50	1,8	2,0	2,25	2,7	3,15
55	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0
60	3,0	3,3	3,8	4,5	5,0
65	3,8	4,25	4,8	5,6	6,2
70	5,1	5,4	6,2	7,0	8,0
75	7,0	7,3	8,5	9,2	10,3
80	9,4	10,0	11,4	12,2	13,6
85	13,0	13,4	15,9	16,9	18,2
90	19,6	(20,0)	(22,0)	24,7	26,9
92	24,0	—	—	—	—
94	30,5	—	—	—	—

8. Tabelle über die sp

nach Cufin (C...

Grade Brix	Spezifische Wärme nach	
	Kopp	Marigna
1	0,993	0,994
10	0,934	0,942
20	0,868	0,884
30	0,803	0,826
40	0,737	0,768
50	0,671	0,710

60
70
80

9. Tabelle über die Zuckerverluste beim Ver...
alkalischer Säfte

nach Herzfeld. (Vereinszeitschrift 1983, S. 754.)

— Zuckerverlust auf 100 Zucker und in der Stunde. —

Siede-temperatur °C.	Zuckergehalt des Saftes				
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
80	0,0444	0,0301	0,0157	0,0179	0,0200
85	0,0615	0,0421	0,0223	0,0262	0,0296
90	0,0790	0,0541	0,0290	0,0344	0,0392
95	0,0965	0,0661	0,0357	0,0427	0,0488
100	0,1140	0,0781	0,0423	0,0508	0,0584
105	0,1385	0,0937	0,0490	0,0588	0,0680
110	0,1630	0,1093	0,0557	0,0667	0,0776
115	0,1749	0,1187	0,0623	0,0748	0,0862
120	0,2823	0,2341	0,1857	0,2269	0,2678
125	0,5330	0,5082	0,4833	0,5939	0,7044
130	2,0553	1,4610	0,8667	1,0235	1,1800
135	3,5576	—	—	—	—
140	5,1000	—	—	—	—

10. Tabellen über den Einfluß der Reinheit auf die Ausbeut
nach Claassen (D. Z.-J. 1894. S. 956.)

I. Auf die Ausbeute an Rohzucker.

a) Einfluß der Füllmassereinheit bei gleichbleibender Reinheit des Ablaufsirupes von 72.

Füllmasse Trockensubstanz	Füllmasse Reinheit	Ausbeute an Rohzucker von 92° Rendement. % der Füllmasse	Steigerung der Ausbeute auf 1 % der Reinheit
94	88	59,0	
94	89	62,7	3,7
94	90	66,4	3,7
94	91	70,1	3,7
94	92	73,8	3,7
94	93	77,5	3,7
94	94	81,2	3,7
94	95	84,9	3,7

b) Einfluß der Reinheit des Ablaufsirupes bei gleic bleibender Reinheit der Füllmasse von 91.

Sirup Reinheit	Ausbeute an Rohzucker von 92° Rendement. % der Füllmasse	Steigerung d Ausbeute m 1 % fallend Reinheit
75	66,7	
74	67,9	1,2
73	69,1	1,2
72	70,1	1,0
71	71,0	0,9
70	71,9	0,9
69	72,7	0,8
68	73,5	0,8
67	74,2	0,7
66	74,9	0,7

II. Auf die Ausbeute an Melasse.

Bei einer Ausbeute an Füllmasse I. Produkt von 16 Prozent auf Rüben ur einer wahren Reinheit der Melasse von 62 ist die **Ausbeute an Melasse** vc 20 v. H. Wassergehalt in Prozenten auf Rüben.
(„Centralblatt für die Zuckerindustrie" 1903, S. 415.)

Wahre Reinheit der Füllmasse (bez. Dicksäfte)	Durchschnittspolarisation des Zuckers I und II				
	94	95	96	97	99
	Melasse $^0/_0$ der Rüben				
90	3,3	3,6	4,0	4,3	4,9
91	2,7	3,1	3,4	3,8	4,4
92	2,1	2,6	2,9	3,3	4,0
93	1,6	2,0	2,4	2,8	3,5
94	1,1	1,5	1,9	2,4	3,0
95	0,6	0,9	1,4	1,9	2,5
96	0,0	0,4	0,8	1,5	2,0

Verschiedene Zahlenangaben.

Raumgewichte.

1 cbm. wiegt:

Rüben gewaschen	550 — 600 kg
Rückstände frisch	600 „
do. gesäuert	800 „
Steinkohle, westfälische Flammkohle	705 „
„ „ Fettkohle	765 „
„ „ Magerkohle	770 „
„ oberschlesische	725 „
„ englische	735 „
Braunkohle	550 — 750 „
Kokes, westfälischer Schmelz-	420 „
„ Gas-	350 „
Kalksteine	1[illegible]
Kalk	775 — [illegible]
Gelöschter Kalkbrei	[illegible]
Rohzucker, I. Produkt, locker aufgeschüttet	[illegible]
„ II. „ „ „	[illegible]
Füllmasse (heiß)	1450 — 14[illegible] „

Spezifisches Gewicht von

Zucker	1,61
Kalkstein	2,36 — 2,74
Kalk	2,3 — 4,2

Gewicht von Gasen bei 0° und 760 m/m Luftdruck.

1 Liter Luft	1,293 g
1 „ Sauerstoff	1,430 „
1 „ Stickstoff	1,256 „
1 „ Kohlensäure	1,977 „

1 Liter	schwefelige Säure	2,909 g
1 „	Kohlenoxyd	1,250 „
1 „	Wasserdampf bei 100°	0,506 „
1 „	Wasserstoff	0,089 „
1 „	Leuchtgas	0,517 „

Spezifische Wärme von Gasen bei konstantem Druck.

Atmosphärische Luft	0,2375
Sauerstoff	0,2175
Stickstoff	0,2438
Kohlensäure (bei 200°)	0,2396
Kohlenoxyd	0,2450
Wasserstoff	3,4090
Wasserdampf (ältere Zahl)	0,4750

(Neuere Werte siehe Tabelle VI.)

Wärme-Übertragungskoeffizienten, in der Praxis ermittelte Zahlen

nach Jelinek im Dreikörperapparat

im Körper I 37 W. E.
„ „ II 25 „ „
„ „ III 14 „ „

im Vierkörperapparat

im Körper I 28 W. E.
„ „ II 26 „ „
„ „ III 20 „ „
„ „ IV 5—6 „ „

im Sirupkocher 6—7 W. E.

im Füllmassevakuum

bis zur Kornbildung 18 W. E.
bei der Kornbildung 10 „ „
beim Fertigkochen 3,7 „ „

nach Claassen im Dreikörperapparat

im Körper I	Wärmegefälle 5,5°,	Saft 10° Brix,	40—50 W. E.
„ „ II	„ 7,5°,	„ 20—25° „	30—25 „ „
„ „ III	„ 24°,	„ 55—62° „	15—20 „ „

nach Sulzer, Versuche im Kleinen bei Atmosphärendruck.

Art des Rohres	Wandstärke mm	Wärmedurchgangskoeffizienten für Heizdampftemperaturen 110	117	125	131,3	136,5	141,6
1. Gezogenes Kupferrohr . . .	2,5		47,3	57,2	63,3	62,3	54,2
2. Lack. geniet. schmiedeeis. Rohr	2,1		33,3	35,3	35,8	37,7	35,3
3. Unlack. „ „ „	2,1		38,0	36,7	39,2	39,2	37,8
4. Geschw. schmiedeeis. Kesselrohr	4,5		40,5	42,8	44,8	45,5	43,3
5. Rohes gußeisernes Rohr . . .	10		25,8	32,2	31,5	31,3	32,3
6. Geschweißtes schmiedeeis. Rohr	13		23,2	24,7	26,2	25,5	24,7
7. Lack. genietetes stählernes Rohr	1,85	19,0	28,2	31,3	33,0	38,3	—
8. Sauber abgedrehtes gußeis. Rohr	15,25	17,7	20,5	24,5	25,0	26,0	25,7
9. Gußeisernes Rippenrohr . . .	13,5	26,2	24,8	28,0	28,7	30,0	29,7

im Vorwärmer
bei langsamer Saftströmung 2—3 W. E.
„ schnellerer „ 6—10 „ „

Zersetzung von Zucker in alkalischer Lösung.

1 ccm Zehntel Normal-Kalilauge (enthaltend 0,0047 g K_2O = 0,0028 g CaO) wird neutralisiert durch 0,012 g Invertzucker oder 0,0114 g Saccharose.

Anhang II.

Berechnung einer Verdampfungs-Anlage und des Dampfverbrauches auf 100 kg Rüben.

Die folgende Berechnung soll auf völlige Genauigkeit keinen Anspruch machen, sondern nur zeigen, wie man auf eine einfache Weise zu einem für die Praxis ausreichenden Ergebnis gelangt.

Annahmen: Die Verdampfungsanlage besteht aus einem Vierkörper mit Saftkocher. Zum Anwärmen und Verkochen dienen

für die Diffusion . . . . Dampf aus Körper I
für den ersten Rohsaftwärmer . . . . „ „ „ IV
für den zweiten „ . . . . „ „ „ II
für den Saturationssaft, Dünnsaft und Dicksaft „ „ „ I
für das Verkochen von Dicksaft und Sirup zur Hälfte Dampf aus Körper I, zur anderen Hälfte aus dem Saftkocher.

Aus 100 kg Rüben erhält man 115 kg Diffusionssaft und 125 kg Saturations- und Dünnsaft. Der Dünnsaft wird von 12° auf 60° Brix eingedickt. Menge des Dicksaftes 25 kg, der Füllmasse 15 kg. Wasser wird demnach verdampft aus dem Dünnsaft 100 kg, aus dem Dicksaft 10 kg.

Spezifische Wärme der Rüben und der dünnen Säfte o,9, des Dicksaftes o,6.

A. Zum Anwärmen und Verkochen sind folgende Wärme- oder Dampfmengen in abgerundeten Zahlen nötig:

1. für die Diffusion

Die zum Anwärmen nötige Wärmemenge ist gleich dem Unterschied zwischen den in dem Rohsaft, den ausgelaugten Schnitzeln und dem Ablaufwasser ausgeführten und den in den Rüben und dem Wasser eingeführten Wärmemengen, zuzüglich der Abkühlungsverluste.

Ausgelaugte Schnitzel 90 kg, Ablaufwasser 110 kg, Temperatur der Rüben 10°,

des Druckwassers 10⁰, des Rohsaftes 35⁰, der ausgelaugten Schnitzel und des Ablaufwassers 20⁰.

Eingeführt $100 \times 0{,}9 \times 10 + 215 \times 10$ W E.

Ausgeführt $(110+90)\, 20 + 115 \times 0{,}9 \times 35$ WE.

Wärmeverbrauch $2000 + 100 \times 0{,}9\ (35-10) - 15\ (10 - 0{,}9 \times 35) = 4572$ W E oder $\frac{4572}{540}$ kg Dampf. Dampf Diff. = 8,5 kg

2. zum Anwärmen des Rohsaftes

im ersten Vorwärmer von 35⁰ auf 50⁰

$115 \times 15 \times 0{,}9$ W E oder $\frac{1553}{540}$ kg Dampf RS_1 = 2,9 „

im zweiten Vorwärmer von 50⁰ auf 85⁰

$115 \times 35 \times 0{,}9$ W E oder $\frac{3622}{540}$ kg Dampf RS_2 = 6,7 „

3. zum Anwärmen während der Saturation

Abkühlung während der I. Saturation	7⁰
„ „ „ Filtration und der II. Saturation	10⁰
Anwärmen von 85⁰ auf 100⁰	15⁰
	32⁰

$125 \times 32 \times 0{,}9$ W E oder $\frac{3600}{540}$ kg Dampf Sat. = 6,7 „

4. zum Nachwärmen des Dünnsaftes und Aufkochen, entsprechend 20⁰ Temperaturverlust

$125 \times 20 \times 0{,}9$ W E oder $\frac{2250}{540}$ kg Dampf d S = 4,1 „

5. zum Anwärmen des Dicksaftes von 70⁰ auf 100⁰

$25 \times 30 \times 0{,}6$ W E oder $\frac{450}{540}$ kg Dampf D S = 0,8 „

6. zum Verkochen des Dicksaftes, wobei 10 kg Wasser zu verdampfen sind

Dazu nötig $\frac{10}{0{,}95}$ kg Dampf =	10,5 kg
zum Verkochen des Sirups	1,0 „
	11,5 kg

V = 11,5 „

Im ganzen 41,2 kg

B. Sonstiger Dampfverbrauch.

	Dampf
1. zum Erwärmen des Dünnsaftes von 100° auf die Siedetemperatur des Saftkochers, was entweder in diesem Apparat oder in besonderen Vorwärmern geschieht, je nach der Höhe der Temperatur 2—3 kg	2 kg
2. für die Kraftleistung der Maschinen. Für je 100 kg stündlicher Rübenverarbeitung sind $1^1/_4$—$1^1/_2$ PS nötig, und 1 PS verbraucht Wärme entsprechend 1,2 kg Dampf. Wärmeverbrauch abgerundet . . =	2 „
3. Abkühlungsverluste a) in den Dampfleitungen . . . 3 kg b) in den Apparaten usw. . . . . 3 „ 6 kg =	6 „
4. Verluste durch Undichtigkeiten, Ausdämpfen usw. (2—3 kg)	3 „
Sonstiger Dampfverbrauch im ganzen	13 kg

Die Menge des Abdampfes der Maschinen ist in Fabrike[n mit] gewöhnlichen Maschinen im Durchschnitt mit 30 kg, in solche[n mit] modernen und zentralisierten Maschinen mit 20 kg auf 100 kg [Rüben] anzunehmen.

Das folgende Schema zeigt die Art der Dampfentnahme au[s den] oben angegebenen Verdampfapparate:

S K	Abdampf 30 → I		II	III	IV
V = 5,5	Diff =	8,5	RS_2 = 6,7		RS_1 = 2…
	Sat =	6,7			
	d s =	4,1			
	D S =	0,8			
	V =	6,0			
	Sa.	26,1			

Bezeichnet man die Menge Dampf, welche aus Körper I… 100 kg Rüben verdampft wird, mit x, so werden verdamp[ft (in] abgerundeten Zahlen):

in IV	x
„ III	x
„ II	x + 6,7
„ I	x + 6,7 + 26,1
„ SK	x + 6,7 + 26,1 + 5,5 — 30

im ganzen = 5x + 20,1 + 52,2 + 5,5 — 30 = 100,
da im ganzen 100 kg Wasser zu verdampfen sind.

x = 10,4 kg.

Kesseldampf wird nur in den Saftkocher eingelassen; dahe die für diesen Apparat nötige Menge Dampf die gesamte Kesselda menge, die überhaupt zum Verdampfen usw. gebraucht wird. S man den Wert für x in die Formel für S K ein, so ist 10,4 + + 26,1 + 5,5 — 30 = 18,7 kg der Verbrauch an Kesselda für die Verdampfung.

Im ganzen werden für die Verdampfung gebraucht:

Kesseldampf	18,7 kg
Abdampf	30,0 „
	48,7 kg
Dazu kommt der unter B berechnete sonstige Dampfverbrauch von . . . =	13,0 kg
Gesamter Dampfverbrauch der Fabrik auf 100 kg Rüben . . . . =	61,7 kg

Wenn in den Dampfkesseln mit 1 kg Kohle 8 kg Da erzeugt werden, so entspricht diese Dampfmenge einem Kohlenverbr von 7,7 kg auf 100 kg Rüben.

Diese Zahlen für Dampf und Kohlen beziehen sich nur auf dauernden Betrieb. Für Betriebstörungen und die Sonntagspa sind entsprechende Zuschläge zu machen.

In den einzelnen Körpern der Verdampfungs-Anlage, wie beschrieben worden ist, werden auf 100 kg Rüben folgende Wä einheiten übertragen oder Wassermengen verdampft:

	verdampft	Wärme übertrag
im Saftkocher	18,7 kg Wasser	9 910 W E
im Kocher I	43,2 „ „	22 900 „
II	17,1 „ „	9 230 „
III	10,5 „ „	5 775 „
IV	10,5 „ „	8 880 „
	100,0 kg Wasser.	

Von den aus dem letzten Körper entweichenden Dämpfen werden 2,9 kg in dem ersten Rohsaftwärmer verdichtet, so daß nur 7,6 kg zu dem Kondensator gelangen. Aus den Kochapparaten entweichen 11 kg Dampf, so daß im ganzen 18,6 kg Brüdendampf auf 100 kg Rüben zu kondensieren sind.

Die **Menge des Brüdenwassers,** welches in den Apparaten kondensiert wird, ergibt sich aus folgender Zusammenstellung:

auf 100 kg Rüben werden ungefähr erhalten:

a) Wasser von höherer Temperatur als 100°		
aus dem Abdampfrohr	5,0 kg	
aus dem Saftkocher	18,7 „	
aus dem Körper I	43,2 „	
aus dem Körper II	17,1 „	84,0 kg
b) Wasser von ungefähr 100°		
aus den Kochapparaten	11,5 kg	
aus dem Körper III	10,5 „	
aus dem Dünnsaftwärmer	4,1 „	
aus dem Dicksaftwärmer	0,8 „	26,9 „
c) Wasser mit Temperaturen unter 90°		
aus dem Körper IV	10,5 kg	
aus den Diffusionswärmern	8,5 „	
aus den Diffusionssaftwärmern	9,6 „	
aus dem Saturationssaftwärmer	6,7 „	35,3 „
im ganzen auf 100 kg Rüben		146,2 kg

Die Berechnung der Heizflächen ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich. Da der Wärmeübertragungskoeffizient die auf 1 m² in 1 Minute auf 1° Temperaturgefälle übertragene Wärmemenge ist, so hat man die vorher für die einzelnen Apparate angegebenen Wärmemengen, welche in 1 Minute übertragen werden, durch das Produkt aus dem Temperaturgefälle und dem Wärmeübertragungskoeffizienten zu teilen, um die Größe der Heizflächen zu erhalten. Als Temperaturgefälle ist einzusetzen bei den Vorwärmern der Unterschied zwischen Heizdampftemperatur und dem Durchschnitt der Safttemperaturen beim Ein- und Austritt, bei den Verdampf- und Verkochapparaten der Unterschied zwischen den Temperaturen des Heizdampfs und der kochenden Säfte.

Berechnung der Heizflächen für eine Verarbeitung von 100 Rüben in 1 Minute, entsprechend einer täglichen Verarbeit von 1000 dz in der Praxis.

Apparat	Übertragene Wärme-einheiten W. E.	Temperatur-gefälle °C.	Wärme-übertragungs-koeffizienten W. E.	Heizf. m
Saftkocher	9 910	10	50	2
Körper I	22 900	8	45	6
„ II	9 230	9	30	3
„ III	5 775	10	20	2
„ IV	5 880	17	12	2
Rohsaftvorwärmer I	1 550	25	5	1
„ II	3 620	35	5	2
Saturationssaft-vorwärmer	3 600	20	5	3
Dünnsaftvorwärmer	2 250	10	10	2
Dicksaftvorwärmer	450	30	5	
Vakuum für erstes Produkt	5 400	30	10	1
Sirupkochapparat	540	30	5	

Da die Kochapparate für Dicksaft und Sirup nicht dauern Betrieb sind und diese Säfte sich auch meistens verschieden gut kochen lassen, so ist für die berechneten Heizflächen dieser App ein Zuschlag von 50—100 v. H. einzusetzen. Auch für die dampfapparate ist dann ein Zuschlag zu geben, wenn sie nicht j Sonntag gut gereinigt werden oder wenn die Säfte sehr viel absetzen. Für eine zeitweise größere Verarbeitung ist aber ein Zusc nicht notwendig, da dieser schon darin enthalten ist, daß die H flächen in der Praxis nur für eine tägliche Verarbeitung von 100 Rüben gelten sollen, obwohl sie tatsächlich für 1440 dz ausrei können. Die Berechnung gilt natürlich nur für Apparate mit g Saftumlauf; für Apparate von veralteter Bauart sind die Heizflä wesentlich größer zu nehmen.

Die Heizflächen, welche zur Erzeugung der 62 kg Damp der Minute in den Dampfkesseln nötig sind, können nach folge erfahrungsmäßigen Grundlagen ermittelt werden. Um eine gute nützung der Kohle zu erzielen, sollen in Zweiflammenrohrkes auf 1 m² Heizfläche nicht mehr als 20—25 kg Dampf erzeugt wer

oder in der Minute rund 0,33—0,40 kg Dampf, in Röhre
nur 12—15 kg in der Stunde oder 0,2—0,25 kg in
Zur Erzeugung von 62 kg Dampf in der Minute, also zu
des Dampfes für eine Verarbeitung von 1440 dz Rüben fe
ringerung der durchschnittlichen Menge für den praktisc
erscheint hier nicht oder nur in geringerem Maaße notwendig

in Zweiflammenrohrkesseln 160—190 m^2
in Röhrenkesseln 250—300 m^2

Für eine tägliche Verarbeitung von 1000 dz Rüben
also

in Zweiflammenrohrkesseln 110—130 m^2
in Röhrenkesseln 170—210 m^2

Wärmebilanz der Fabrik,

berechnet für 100 kg verarbeiteter Rüben.

a) Wärmeverlust im Kesselhaus.

Verbrannt: 7,7 kg Kohlen von 6800 WE	= 52 360 WE.	
Erhalten: 61,7 kg Kesseldampf, welcher bei Speisung von Wasser von 95° in 1 kg 560 WE aufgenommen hat	= 34 550 „	= 66 v.H.
Verlust	= 17 810 „	= 34 „
		= 100 v.H.

b) Wärmeverluste in der Fabrik.

(Die Prozente sind auf die im Dampf enthaltene Wärmemenge von 34550 WE bezogen.)

1. auf dem Wege vom Kesselhaus bis zu den Verwendungsstellen des Kesseldampfes	= 2 800 WE	= 8,1 „
2. im Fallwasser. Zur Kondensation gelangen rechnungsgemäß 18,6 kg Dampf, welche sich infolge von Unregelmäßigkeiten und von Zuführung der Ammoniakdämpfe usw. erhöhen auf ca. 20 kg zu 630 WE	= 12 600 „	= 36,5 „

3. in dem Abfallstoffen der Diffusion 200 kg zu 10 WE	=	2 000 WE	=	5,8 v.H.
4. im Preßschlamm 10 kg zu 60 WE	=	600 „	=	1,7 „
5. in dem nicht zur Speisung und Absüßung verwendeten Brüdenwasser ca. 65 kg zu 80 WE . (wenn dieses Wasser zur Diffusion benutzt wird, geht diese Wärme teilweise mit den Abfallstoffen der Diffusion verloren)	=	5 100 „	=	14,7 „
6. in den Füllmassen I und II, im ganzen 20 kg (0,5 spez. Wärme) abgekühlt um 70°	=	700 „	=	2,0 „
im ganzen nachgewiesene Wärmeverluste		23 800 WE	=	68,8 v.H.
nicht bestimmbare Wärmeverluste		10 750 „	=	31,2 „

Anhang III.

Vergleichende Übersicht über den Dampf- und Kohlenverbrauch bei den verschiedenen Systemen der Verdampfung und Anwärmung.

Um den Einfluß der verschiedenen Verdampfungsysteme, sowie der verschiedenartigen Entnahme von Brüdendampf zu Anwärme- und Verkochzwecken in klarer und übersichtlicher Weise zu zeigen, ist in der nachstehenden Darstellung der Dampf- und Kohlenverbrauch für die am meisten angewendeten Kombinationen zusammengestellt. Damit dieser Vergleich durchgeführt werden konnte, mußten natürlich alle anderen Verhältnisse außer der wechselnden Verdampfungsanlage und Art der Dampfentnahme stets gleichartig sein; diese gleichartigen Grundlagen der Berechnung sind der Tabelle vorangestellt. Unter dieser Voraussetzung gibt die Darstellung ein völlig zutreffendes Bild über die Wirkung der verschiedenen Verdampfungsysteme.

In der Tabelle sind die Dampfmengen, welche dem Verdampfapparat für die Anwärmung und Verkochung entnommen werden, unter die Bezeichnung für den betreffenden Körper gesetzt. Falls dafür Kesseldampf angenommen ist, so stehen die Mengen gesondert in einer Reihe. Als Abdampfmenge sind 30 kg angenommen, wenn keine Zahl über Körper I steht.

Dampf- und Kohlenverbrauch.

Annahmen:

Rohsaft 115 kg: Dünnsaft 125 kg.

Zu verdampfen: 100 kg Wasser.

Abdampfmenge; normal 30 kg (bei Zentralisation und guten Maschinen 20 kg).

Dampf zum Anwärmen: Rohsaftwärmer I $RS_1 = 3$ kg, Rohsaftwärmer II $RS_2 = 7$ kg, Diffusion $D = 8$ kg, Saturation $Sat = 7$ kg, Dünnsaft $ds = 4$ kg, Dicksaft $DS = 1$ kg.

Dampf zum Verkochen des Dicksaftes 11 kg, des Sirups 1 kg, im Ganzen $V = 12$ kg.

Sonstiger Dampfverbrauch: für Kraftleistung = 2 kg, zum Anwärm des Saftes im Verdampfapparat = 3 kg, Abkühlungsverluste = 6 k Dampfverluste = 2 kg, im ganzen 13 kg.

Wasserverdampfung im Dampfkessel: 8 kg auf 1 kg Kohle.

Verdampfsystem	Dampf kg z. Verdampfen	Dampf kg im ganzen	Kohl kg
I II III $RS_1 = 3$ $D = 8$, $RS_2 = 7$, $Sat = 7$, $ds = 4$, $DS = 1$, $V = 12$	72,3	85,3	10,
I II III $V = 12$ $D = 8$ $RS_1 = 3$ $RS_2 = 7$ $Sat = 7$ $ds = 4$ $DS = 8$	63,3	76,3	9,
SK I II III $V = 12$ $D = 8$ $RS_1 = 3$ $RS_2 = 7$ $Sat = 7$ $ds = 4$ $DS = 1$	55,6	68,6	8,
30 kg SK_I SK_{II} I II III $V = 4$ $V = 8$ $D = 8$ $RS_1 = 3$ $ds = 4$ $RS_2 = 7$ $DS = 1$ $Sat = 7$	51,8	64,8	8,
20 kg SK_I SK_{II} I II III $V = 4$ $V = 8$ $D = 8$ $RS_1 = 3$ $ds = 4$ $RS_2 = 7$ $DS = 1$ $Sat = 7$	47,8	60,8	7,

Verdampfsystem	Dampf kg z. Verdampfen	Dampf kg im ganzen	Kohlen kg
I II III IV $RS_1 = 3$ $D = 8$, $RS_2 = 7$, $Sat = 7$, $ds = 4$, $DS = 1$, $V = 12$	64,0	77,0	9,6
I II III IV $D = 8$ $RS_2 = 7$ $RS_1 = 3$ $V = 12$ $Sat = 7$ $ds = 7$ $DS = 1$	59,3	72,3	9,0
I II III IV $V = 12$ $D = 8$ $RS_2 = 7$ $RS_1 = 3$ $Sat = 7$ $ds = 4$ $DS = 1$	55,5	68,5	8,6
I II III IV $D = 8$ $RS_2 = 7$ $RS_1 = 3$ $ds = 4$ $Sat = 7$ $DS = 1$ $V = 12$	50,8	63,8	8,0
SK I II III IV $V = 12$ $D = 8$ $RS_2 = 7$ $RS_1 = 3$ $Sat = 7$ $ds = 4$ $DS = 1$	50,4	63,4	7,9
30 kg SK I II III IV $V_2 = 4$ $D = 8$ $RS_3 = 7$ $RS_1 = 3$ $ds = 4$ $Sat = 7$ $DS = 1$ $V_1 = 8$	47,4	60,4	7,5

Verdampfsystem	Dampf kg z. Verdampfen	Dampf kg im ganzen	Kohlen kg
20 kg SK I II III IV $V_2 = 4$ $D = 8$ $RS_2 = 7$ $RS_1 = 3$ $ds = 4$ $Sat = 7$ $DS = 1$ $V_1 = 8$	45,4	58,4	7,3
20 kg SK_I SK_{II} I II III IV $V_2 = 4$ $V_1 = 8$ $D = 8$ $RS_2 = 7$ $RS_1 = 3$ $ds = 4$ $Sat = 7$ $DS = 1$	45,2	58,2	7,3
20 kg SK_I SK_{II} I II III IV $V_2 = 4$ $D = 8$ $RS_2 = 7$ $RS_1 = 3$ $Sat = 7$ $ds = 4$ $DS = 1$ $V_1 = 8$	42,3	55,3	6,9
I II III IV V $ds = 4$ $D = 8$ $RS_2 = 7$ $RS_1 = 3$ $DS = 1$ $Sat = 7$ $V = 12$	45,4	58,4	7,3